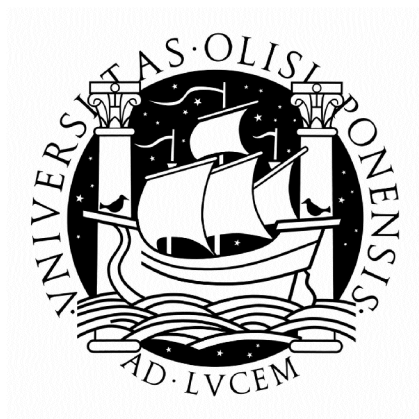


Universidade de Lisboa

Instituto de Geografia e de Ordenamento do Território



FUNDAMENTOS PARA A INTEGRAÇÃO,
EM ESTRUTURAS ECOLÓGICAS, DAS
LINHAS DE ÁGUA QUE DRENAM O
CONCELHO DO BARREIRO

Helena Maria de Oliveira Sécio

Relatório Final de Estágio

Mestrado em Geografia Física e
Ordenamento do Território

2012

Universidade de Lisboa

Instituto de Geografia e de Ordenamento do Território



FUNDAMENTOS PARA A INTEGRAÇÃO, EM ESTRUTURAS ECOLÓGICAS, DAS LINHAS DE ÁGUA QUE DRENAM O CONCELHO DO BARREIRO

Helena Maria de Oliveira Sécio

Relatório Final de Estágio orientado
pela Prof.^a Doutora Catarina Ramos

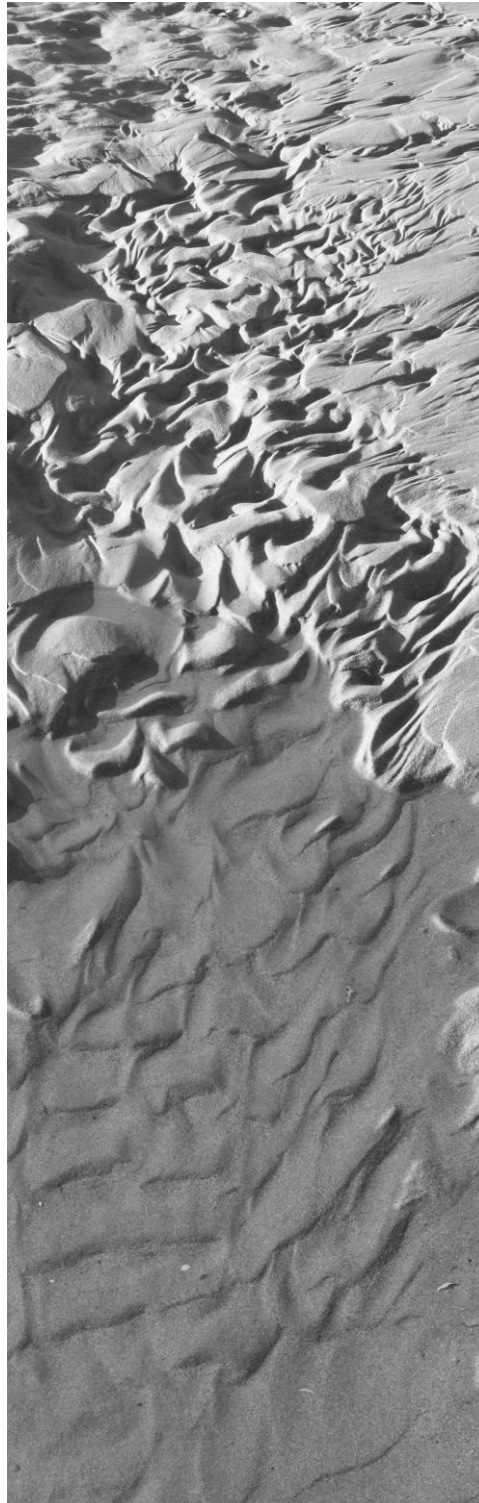
2012

"Um rio não é somente a água que corre livremente no leito visível mas sim um sistema de que esse leito e essa água fazem parte em conjunto com toda a água que circula no leito subterrâneo, com a água dos braços mortos do rio, com a água freática das encostas e o escoamento de toda a bacia.

Toda esta circulação mantém-se em equilíbrio com a evaporação das superfícies livres e a evapotranspiração do solo revestido de vegetação.

Não podemos assim, tratar o rio apenas em termos de vala de escoamento, procurando maximizá-lo sem ter em conta todos os outros factores."

Caldeira Cabral, 1982



À Reserva Ecológica Nacional (REN) foi atribuída a missão de contribuir para que as áreas nucleares do Sistema Nacional de Áreas Classificadas se constituam como partes de um todo ecologicamente coerente. Se considerarmos que a sua delimitação compete a entidades administrativas (os municípios) cuja visão está centrada no sistema urbano, por mera questão de sobrevivência económica dessa entidade e do território que gere, compreende-se a dificuldade de obter uma estrutura biofísica coerente para a totalidade do território nacional partindo dessa premissa.

Para conseguir aproximar a visão do ordenamento, que se centra no desenvolvimento urbanístico como reflexo da exploração exclusivamente economicista dos recursos naturais, de uma visão fundada nos princípios da ecologia como ciência, é necessário recorrer a uma figura que se tem vindo a clarificar e a implementar no ordenamento do território: A Estrutura Ecológica Municipal (EEM).

A delimitação da REN e da EEM deve ajustar-se às diferenças que, independentemente do nome, existem entre as duas figuras e implantar-se, solidamente, no estudo dos factores físicos responsáveis pelo funcionamento dos sistemas ecológicos presentes no território, utilizando uma escala de análise adequada à dimensão do município em cujo Plano Director Municipal essa delimitação vai ser integrada.

Apontando-se o sistema hidrográfico como o que apresenta mais potencialidade para assegurar a conectividade necessária para o funcionamento dos sistemas ecológicos na sua globalidade, o presente estudo pretende demonstrar a necessidade de fundamentar, as decisões relacionadas com a salvaguarda e reabilitação de linhas de água, na análise biofísica da totalidade das suas bacias e propor a metodologia de fundamentação adequada ao concelho do Barreiro e à escala do instrumento que define as políticas de planeamento da totalidade da área municipal, o Plano Director.

Palavras chave: Reserva Ecológica Nacional, Estrutura Ecológica Municipal, sistema hidrográfico, análise biofísica, concelho do Barreiro.

To the National Ecological Reserve (NER) was given the task to contribute to the core areas of the National System of Protected Areas constitute themselves as parts of an ecologically coherent whole. If we consider that the delimitation of those areas is a competence of administrative entities (municipalities), whose vision is focused on the urban system, as a mere result of the economic survival of that entity, and the territory it manages, we understand the difficulty of obtaining a coherent biophysical structure for all national territory, based on this premise.

To get the vision of the land planning, which focuses on urban development as a result of the strictly economic exploitation of natural resources, closer to a vision founded on the principles of ecology as a science, it is necessary to use a figure that has been clarified and implement in the land planning: the Municipal Ecological Structure (MES).

The delimitation of NER and MES must adjust to the differences, regardless of the name, between the two figures and ground solidly in the study of the physical factors responsible for the functioning of ecological systems present in the territory, using a scale of analysis appropriate to the size of the municipality in which the Municipal Master Plan that delimitation will be integrated.

Pointing up the potential of the river system to ensure the connectivity that is necessary for the functioning of ecological systems as a whole, this study aims to demonstrate the need to ground decisions, related to protection and rehabilitation of watercourses, in biophysical analysis of the totality of their basins and propose a methodology that is appropriate, either to the municipality of Barreiro, or to the scale of the instrument that defines the planning policies of the entire municipal area, the Master Plan.

Keywords: Nacional Ecological Reserve, Municipal Ecological Structure, hydrographic system, biophysical analysis, Barreiro municipality.

1. ENQUADRAMENTO	15
1.1. Introdução	15
1.2. Tema	17
1.3. Localização	22
1.4. Delimitação da área de estudo	25
2. METODOLOGIA	27
2.1. Identificação da rede hidrográfica estruturante	27
2.2. Identificação das secções de referência	29
2.3. Geração de bacias hidrográficas	31
2.4. Determinação de dados morfométricos	32
2.4.1. Geometria	32
2.4.2. Rede de drenagem	32
2.4.3. Relevo	34
2.5. Caracterização da permeabilidade	35
2.5.1. Litologia	36
2.5.2. Uso do solo	39
2.6. Elaboração de perfis longitudinais	40
2.7. Determinação do Tempo de Concentração das bacias hidrográficas	41
2.8. Identificação da evolução da área urbanizada	42
2.9. Elaboração de rede preliminar de EEM e integração das linhas de água.....	43
3. ANÁLISE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS	45
3.1. O ambiente físico da área de estudo	45
3.2. Os factores condicionantes do sistema hidrográfico	48
3.2.1. Área da bacia	50
3.2.2. Forma da bacia	51
3.2.3. Altimetria e Declive	53
3.2.4. Permeabilidade do substrato	57

3.2.5. Classificação numérica dos troços	59
3.2.6. Identificação do curso de água principal	63
3.2.7. Densidade de drenagem	66
3.2.8. A influência antrópica	69
3.2.8.1. O uso do solo	69
3.2.8.2. Permeabilidade composta	69
3.2.8.3. Crescimento da área urbanizada	71
3.3. Interacção das condicionantes	73
3.3.1. Tempo de concentração das bacias	73
3.3.2. Perfis longitudinais	75
3.3.2.1. Troços homogéneos do Rio Coia	76
3.3.2.2. Troços homogéneos das linhas que drenam para este e norte	79
3.3.2.3. Troços homogéneos das linhas que drenam para oeste.....	83
3.3.3. Caracterização das bacias e linhas de água principais à escala do concelho.....	89
3.3.4. Síntese da interacção das características permanentes e variáveis das bacias hidrográficas	109
4. APLICAÇÃO DA ANÁLISE DAS BACIAS NA DEFINIÇÃO DAS LINHAS DE ÁGUA A INTEGRAR NA REN E EEM	111
4.1. REN: Linhas de água, leitos e margens	111
4.2. EEM: Integração das linhas de água na rede preliminar	117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 – Localização da área de estudo relativamente à bacia hidrográfica do RioTejo	22
Figura 1.2 – Bacias hidrográficas integradas na área de estudo	23
Figura 1.3 – Leitos e margens das linhas de água que drenam o concelho do Barreiro.....	24
Figura 1.4 – Relação entre a área de estudo e a área do concelho	26
Figura 2.1 – Localização de secções de referência	30
Figura 2.2 – Delimitação, considerada, da transição de aluvião argiloso para arenoso.....	38
Figura 2.3 – Comparação entre a população residente e as (INE) entradas de processos de licenciamento de edificações na CMB	42
Figura 3.1 – Terras do Risco e Píncaro	46
Figura 3.2 – Altimetria e litologia da área estudada	47
Figura 3.3 – Forma das bacias integradas na área de estudo	52
Figura 3.4 – Mapa de declives das bacias estudadas	54
Figura 3.5 – Consolidação de valeta com gabiões e ruína de moinho movido a energia da ribeira anexa	56
Figura 3.6 – Permeabilidade do substrato litológico na área de estudo	58
Figura 3.7 – Identificação da hierarquia da rede hidrográfica segundo Strahler.....	60
Figura 3.8 - Localização dos potenciais pontos críticos de susceptibilidades a cheias, derivada da classificação de hierarquia dos cursos de água integrados na área de estudo	61
Figura 3.9 – Pormenorização do único ponto crítico potencial integrado no concelho do Barreiro	62
Figura 3.10 – Extracto da Carta Militar de Portugal, folhas nº 465 - 466, na escala 1:25000, identificando as 3 possibilidades de cabeceira do Rio Coina	63

Figura 3.11 – “Marmita de Gigante” nas formações cársicas e respetiva localização no sector montante da bacia do Rio Coina	64
Figura 3.12 – Linhas de água principais geradas no ILWIS e linhas de água principais analisadas	65
Figura 3.13 – Densidade de Drenagem das bacias integradas na área de estudo.....	67
Figura 3.14 – Permeabilidade do substrato geológico e densidade de drenagem.....	68
Figura 3.15 – Permeabilidade composta (litologia e usos do solo)	70
Figura 3.16 – Crescimento das áreas urbanizadas entre 1950 e 2005	72
Figura 3.17 – Perfil longitudinal do Rio Coina	77
Figura 3.18 – Perfis longitudinais das linhas que drenam para o estuário a este e norte do concelho do Barreiro	81
Figura 3.19 – Perfis longitudinais dos cursos de água que drenam para o braço do estuário, a oeste do concelho do Barreiro	83
Figura 3.20 – Fontanário da Mata da Machada / ribeira de Vale Zebro	84
Figura 3.21 – Secção de referência da bacia de Palhais/Vale Romão	85
Figura 3.22 – Mapa de apoio à leitura dos perfis longitudinais	87
Figura 3.23 – Evolução das bacias hidrográficas Urbanas 1, 2 e 3	89
Figura 3.24 – Ratas – bacia e curso de água principal	90
Figura 3.25 – Casquilhos – bacia e curso de água principal	92
Figura 3.26 – Evolução do sector terminal da bacia hidrográfica dos Casquilhos.....	93
Figura 3.27 - Desembocadura da Bacia dos Casquilhos em 1928	94
Figura 3.28 – Moinho de maré de Palhais e laguna para onde drena a Vala de Vale Romão	94
Figura 3.29 – Telha e Palhais – Planta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal em vigor	95
Figura 3.30 – Telha e Palhais – bacias e cursos de água principal	96

Figura 3.31 – Sete Fontes – bacia e curso de água principal	99
Figura 3.32 – Vale Grou – bacia e curso de água principal	102
Figura 3.33 – Alhos Vedros – bacia e curso de água principal	104
Figura 3.34 – Vale Zebro – bacia e curso de água principal	105
Figura 3.35 – Coína – bacia e curso de água principal	107
Figura 4.1 – Proposta de delimitação de REN para a tipologia	
“cursos de água e respetivos leitos e margens”	113
Figura 4.2 – Áreas nucleares do SNAC e conectividade segundo	
a ERPVA	115
Figura 4.3 – Pormenor - confluência entre corredores estruturantes	
secundários da ERPVA na Quinta do Perú, Sesimbra	116
Figura 4.4 – Rio Coína e área de influência	117
Figura 4.5 – Rede preliminar de corredores verdes com identificação de	
pontos de conflito e das Áreas Fundamentais previstas no PMAB	121

Tabela 2.1. – Evolução de designações de conjuntos litológicos presentes na área de estudo	36
Tabela 2.2. – Tabela de atributos de carta geológica de Portugal editada com adição de coluna de grupos homogéneos e classes de permeabilidade.	37
Tabela 2.3 – Tabela de atributos de carta CLC06 editada com adição de coluna de grupos homogéneos e classes de permeabilidade	39
Tabela 3.1 – Dados morfométricos primários das bacias hidrográficas	48
Tabela 3.2 – Área das diferentes bacias estudadas	50
Tabela 3.3 – Factor Forma (Horton)	51
Tabela 3.4 – Índice de compacidade (Gravellius)	51
Tabela 3.5 – Índice de Rugosidade de Melton	55
Tabela 3.6 – Índice de declive de Roche	56
Tabela 3.7 – Hierarquia e Magnitude das diferentes bacias	59
Tabela 3.8 – Densidade de Drenagem das diferentes bacias	66
Tabela 3.9 – Uso do solo em cada bacia (2006)	69
Tabela 3.10 – Tempo de Concentração segundo Temez, em minutos	74
Tabela 3.11 – Tempo de Concentração segundo DNOS, em minutos	74
Tabela 3.12 – Síntese da interacção dos factores condicionantes estudados	109
Tabela 4.1 – Identificação de situações críticas detectadas na análise das bacias hidrográficas	123

1. ENQUADRAMENTO

1.1. Introdução

O presente estudo foi executado e enquadrado em regime de Estágio Curricular, realizado junto da Divisão de Projectos e Obras da Câmara Municipal do Barreiro.

Estando formalmente mais próximo de uma dissertação do que de um relatório de estágio, pelo facto do tema ter sido auto-proposto, o estudo será disponibilizado à autarquia para utilização que esta considerar mais conveniente, tendo em consideração o valor que lhe venha a ser reconhecido e o facto de ter sido acompanhado e orientado, ao longo dos dois semestres que demorou a sua elaboração, pela Professora Doutora Catarina Ramos.

Para além do estudo proposto foram realizadas várias tarefas, donde resultou parte da informação integrada no presente relatório, destacando-se as seguintes:

a) elaboração de enquadramento histórico e urbanístico do sector sudeste do concelho, conhecido como área da Penalva, que apoiou a apresentação, à população, de um estudo hidrológico, elaborado pelo LNEC, que serviu de base à execução de bacias de retenção integradas na rede pública de drenagem pluvial na área em questão;

b) análise morfométrica e de evolução de usos do solo, de determinadas sub-bacias onde existem registos de ocorrência de cheias, cujos resultados se pretendiam integrar na Carta de Riscos em elaboração, no processo de revisão do Plano Director Municipal.

Pretende-se, ao longo de quatro capítulos, apresentar (1) o tema do relatório e a área objecto do estudo, (2) a metodologia utilizada para a definição das linhas de água e margens a integrar em REN e EEM, (3) a análise das bacias hidrográficas que definem a área de estudo e, no capítulo final (4), as conclusões alcançadas que consubstanciam os fundamentos para a delimitação da Reserva Ecológica Nacional e Estrutura Ecológica Municipal em sede de revisão do Plano Director Municipal de 1ª geração que vigora no concelho do Barreiro.

O capítulo inicial, **1. ENQUADRAMENTO**, está dividido em 4 pontos, onde são apresentados, para além da presente descrição da estrutura do Relatório (**1.1. Introdução**), os seguintes elementos:

1.2. a especificidade do sistema hidrológico, a sua vulnerabilidade à pressão antrópica, a reacção global à degradação ambiental e as componentes dos instrumentos de ordenamento do território, presentes no quadro legal nacional, que traduzem essa reacção: a REN e a EEM;

1.3. a área de estudo;

1.4. a justificação para a sua delimitação.

No capítulo **2. METODOLOGIA** são expostas e fundamentadas as metodologias utilizadas na delimitação e análise dos 12 sistemas hidrográficos integrados na área de estudo.

No capítulo **3. ANÁLISE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS**, são apresentados os factores que condicionam o funcionamento do sistema hidrográfico, na sequência considerada mais lógica para o entendimento da sua inter-relação.

Este capítulo traduz-se, inicialmente, na caracterização do ambiente físico da área de estudo, identificando-se as unidades morfológicas que a integram (3.1.) e na análise quantitativa de factores que condicionam o funcionamento dos 12 sistemas estudados (3.2.).

Para além da análise de indicadores geométricos (areaais, 3.2.1. e 3.2.2.), e do relevo (tridimensionais, 3.2.3.), determinou-se a permeabilidade do substrato (3.2.4.) e os indicadores relacionados com a componente linear (3.2.5., 3.2.6. e 3.2.7.) do sistema hidrográfico. Complementou-se o estudo dos dados morfométricos com a evolução da influência antrópica no sistema hidrográfico (3.2.8.).

Na parte final apresenta-se a análise de um indicador que traduz a interacção de todos os factores condicionantes: o Tempo de Concentração das bacias hidrográficas (3.3.1.), os perfis longitudinais dos cursos de água principais (3.3.2.) e uma caracterização, ampliando a escala de análise, de cada bacia (3.3.3.).

O capítulo termina com uma síntese da análise efectuada, agrupando-se as diferentes bacias hidrográficas em função das suas características permanentes e variáveis (3.3.4.), permitindo identificar as mais susceptíveis a cheias.

No capítulo **4. APLICAÇÃO DA ANÁLISE DAS BACIAS NA DEFINIÇÃO DAS LINHAS DE ÁGUA A INTEGRAR NA REN E EEM**, dando seguimento à análise efectuada anteriormente, são individualizadas:

4.1. as linhas de água consideradas “relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre” (RJREN, 2008), que determinam a sua integração na Reserva Ecológica Nacional;

4.2. os leitos e margens de linhas de água que contribuam para o funcionamento de um sistema ecológico compatível com o sistema urbano, justificando-se a identificação como “corredores verdes” integráveis numa Estrutura Ecológica Municipal (EEM).

Os "leitos e margens dos cursos de água de superfície" (Lei Bases do Ambiente, 1987*) que drenam uma determinada área são ecossistemas abertos, heterogéneos e não necessariamente em estado de equilíbrio (Brierley & Fryirs, 2005). Uma acção incidente sobre qualquer ponto do sistema hidrográfico tem repercussões imediatas na área a jusante desse ponto e poderá vir a influenciar o sistema na sua totalidade. Sendo certo que a própria dinâmica do sistema gera processos morfológicos irreversíveis, constata-se que a transformação de origem antrópica dos territórios contíguos aos meios aquáticos, naturalmente apelativos para a fixação humana, é a principal responsável, directa ou indirectamente, pela evidente degradação que esses meios têm vindo a sofrer.

O balanço do incremento ou degradação da biodiversidade em função da pressão antrópica sobre o território, ainda que essa pressão possa ter contribuído para a criação de habitats propícios ao desenvolvimento de determinadas espécies, pende inexoravelmente para o lado negativo, concluindo-se que a acção do homem, desde que se tornou sedentário, foi principalmente prejudicial para as espécies, que com ele coexistem, e para o ambiente no geral.

Torna-se, então, fácil de apreender que as alterações profundas e em ritmo demasiadamente rápido, que se têm processado nas áreas de maior crescimento demográfico, estejam a afectar negativamente as espécies que dependem das linhas de água, eliminando componentes essenciais à sobrevivência dos habitats ripícolas ou isolando-os em sistemas fechados, biologicamente empobrecidos e tendencialmente vulneráveis a factores externos de distúrbio. Existindo uma íntima ligação entre a morfologia do meio ribeirinho e as espécies que nele habitam, verifica-se que o empobrecimento biológico implica, quase sempre, a ocorrência de alterações na morfologia e na dinâmica do sistema que aceleram a sua degradação.

Paradoxalmente, tem-se verificado que a pressão humana sobre os ecossistemas prejudica a própria espécie, impedindo a fruição, pelas gerações futuras, da diversidade biológica do presente e incrementando a vulnerabilidade a fenómenos hidrológicos extremos e a perigos naturais na generalidade. O conceito de "conservação da natureza" tem vindo a adquirir especial relevância à medida que se vislumbra a relação directa entre a acção antrópica sobre os ecossistemas, cujos efeitos se notam desde meados do Holocénico, e as alterações ambientais em escalas crescentes (local, regional e global). Surgiram então inúmeras e diversificadas iniciativas baseadas na noção de que o desenvolvimento económico não deve ser feito à custa da destruição sistemática de genes, espécies, habitats e ecossistemas. Essas iniciativas traduziram-se, fundamentalmente, na implementação de conceitos, de objetivos e de acções, na elaboração de documentos de compromissos transnacionais e na transposição de directivas para os quadros legais de cada estado.

No caso português, à semelhança do sucedido nos restantes estados que assumiram compromissos internacionais ao nível da protecção ambiental, da valorização dos recursos naturais e da gestão dos riscos, criaram-se instrumentos legais, de que se ressalva a Reserva Ecológica Nacional (REN), uma "estrutura biofísica" formada por áreas de restrição de utilidade pública decorrente do reconhecimento do seu valor ecológico, de importância supramunicipal, ou por serem susceptíveis a determinados perigos naturais (RJREN, 2008).

Verifica-se que os leitos e margens dos cursos de água correspondem a uma das tipologias de REN consideradas como "áreas relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre" (RJREN, 2008). No segundo conjunto de tipologias de áreas a integrar em REN (áreas de prevenção de riscos naturais) voltam a ser consideradas as linhas de água e a respectiva área de influência, enquanto áreas ameaçadas pelas cheias (ZAC), sendo recorrentemente coincidentes com as de "sensibilidade ecológica" acima referidas (RJREN, 2008).

Relativamente ao enquadramento do leito e margens dos cursos de água como integrantes da estrutura biofísica de relevância nacional, de entre as várias componentes do sistema hidrográfico, as dúvidas surgem, somente, na identificação de quais os cursos de água que são realmente fundamentais, considerando a totalidade da rede que drena cada concelho. Se as metodologias desenvolvidas de zonamento de áreas inundáveis permitem uma identificação relativamente imediata dos cursos de água a integrar, já a "sensibilidade ecológica" dos mesmos é mais difícil de definir.

Torna-se portanto necessário fundamentar as decisões de integração de áreas em REN, em estudos rigorosos e adequados à escala dos Instrumentos de Gestão Territorial (IGT). Apresentando-se o exemplo mais evidente de adopção demasiadamente redutora de critérios: a integração apenas de linhas de água que possuam alimentação permanente, tal como sugerido por Canguero (2004), e porventura adequado para a Área Metropolitana do Porto, verifica-se que não pode ser extrapolado para áreas como a do concelho do Barreiro, onde a alimentação ocasional da esmagadora maioria da rede concelhia não invalida a existência de ecossistemas ripícolas ecologicamente relevantes.

As áreas de REN, onde não é reconhecido ao proprietário o direito de usar e transformar o solo, foram delimitadas, com algumas excepções, nos Planos Directores Municipais (PDM) de 1ª geração, ao longo da década de 90. O seu carácter restritivo desde cedo levantou inúmeras questões, nomeadamente pelas autarquias, que perdiam a tutela absoluta dessas áreas a partir da entrada em vigor dos PDM. Multiplicaram-se então os processos de desafecção de área e a utilização da figura de Projecto de Interesse Nacional (PIN) para desenvolver operações urbanísticas dentro dos perímetros de REN. Sucederam-se, igualmente, as alterações à lei original (RJREN, 1990) que culminaram na sua total revogação através da introdução da nova RJREN, Decreto-Lei n.º 166/2008 de 22 de Agosto.

Em simultâneo com a revisão da RJREN, foi introduzida uma nova funcionalidade decorrente da criação da Rede Fundamental de Conservação da Natureza (RFCN) no Regime Jurídico da Conservação da Natureza e da Biodiversidade (RJCNB). Estabeleceu-se, então, que as áreas estruturantes de REN, de Reserva Agrícola Nacional (RAN) e de Domínio Público Hídrico (DPH) adquirem a função de promover a interligação entre as diferentes áreas nucleares integradas no Sistema Nacional de Áreas Classificadas (SNAC). A concretização da aplicação do conceito de "continuum naturale", expresso na Lei Bases do Ambiente em 1987, confere à REN um papel fulcral de assegurar a existência de um "sistema contínuo de ocorrências naturais que constituem o suporte da vida silvestre e da manutenção do potencial genético e que contribui para o equilíbrio e estabilidade do território" (LBA, 1987).

Cumpra-se, dentro do prazo estipulado, o objectivo definido na Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade (ENCNB) de estabelecer a "conectividade e a coerência ecológica" de todas as áreas sensíveis do território nacional, contribuindo, simultaneamente, para assegurar a conectividade nas redes ecológicas estruturantes nacional e transeuropeia e transportando, para o continente europeu, a visão da existência de "caminhos e veredas através de corredores verdes, que interligam cidade e campo, pessoas e natureza, de uma ponta à outra de um país" (Little, 1990)

Após concretização formal dos compromissos internacionalmente assumidos resta aplicar no terreno os conceitos neles estabelecidos, ou seja, assegurar que exista uma interligação física real das áreas nucleares que permita a "migração, distribuição geográfica e intercâmbio genético de espécies selvagens" (RN, 2000). Basta, no entanto, considerar alguns exemplos conhecidos de descontinuidade entre áreas de REN, delimitadas por concelhos limítrofes, para compreender a dificuldade de concretização desse objectivo, mesmo considerando o trânsito de espécies que ultrapassam barreiras físicas com relativa facilidade, como as aves.

Considera-se que a realidade fracturada da REN advém da responsabilidade da sua delimitação competir aos municípios, bastando que a delimitação dessas áreas de restrição pública seja entendida como uma mera etapa da elaboração imposta dos PDM, sem que o significado dessa imposição seja compreendido, para comprometer o funcionamento dos sistemas ecológicos presentes nos territórios considerados.

Apesar da elaboração das Cartas de REN contar com o acompanhamento de entidades supramunicipais, as Comissões de Coordenação e Desenvolvimento Regional (CCDR), a quem compete atenuar as descontinuidades de município para município e promover a "coerência ecológica" (ENCNB) para a globalidade do território nacional, a eficiência dessa coordenação carecia de um mecanismo essencial de controle das propostas apresentadas. Esse mecanismo surgiu apenas quando passou a vigorar a nova RJREN (Decreto-Lei n.º 166/2008 de 22 de Agosto) e corresponde à previsão de delimitação de uma estrutura de nível estratégico, Quadro de Referência Regional, por parte das CCDR, como primeira etapa para a delimitação da REN de nível operativo, a desenvolver pelos municípios.

O processo de elaboração da delimitação da estrutura de nível regional para a Área Metropolitana de Lisboa (QRR-AML) iniciou-se em 2007, concluindo-se em 2010. E ainda que tenha passado a ser possível a revisão de PDM de 1ª geração coordenada com as directivas regionais, considera-se que será necessário, no entanto, ultrapassar obstáculos que comprometem o papel da REN como corredor de ligação das áreas nucleares de protecção da biodiversidade.

O principal obstáculo é a carência de recursos técnicos (e meios para os contratar) de que os municípios padecem, o que dificulta o aumento da escala de análise, necessária na transposição das directivas regionais para a realidade municipal.

Outro obstáculo importante corresponde à resistência das próprias autarquias em adoptar as directivas supra municipais, por as considerarem como ingerência inaceitável nas suas competências. Situação que poderá atrasar indefinidamente os processos de revisão e perpetuar a validade legal de perímetros de REN delimitados ao abrigo do diploma revogado desde 2008.

Multiplicando-se as evidências de que as áreas de REN, mesmo quando complementadas com a RAN e com o DPH, dificilmente virão a funcionar como corredores de ligação entre as áreas nucleares do SNAC, é essencial recorrer a uma figura mais apelativa para a urgência de auto-promoção dos municípios como pólos de atracção de investimento, a Estrutura Ecológica (EE), “assegurando a compatibilização das funções de protecção, regulação e enquadramento com os usos produtivos, o recreio e o bem-estar das populações” (RJIGT, 2009).

Considera-se, tal como Gomes (2006), que a função da EE será concretizar a integração do sistema urbano com o sistema ecológico, ou do “contínuo cultural” com o “contínuo natural”, como a “posição correcta em relação ao Homem, que queremos servir”, conforme preconizado por Caldeira Cabral (1982).

O objecto analisado no presente estudo (cursos de água e respectivos leitos e margens) tem natural aptidão para integração nas EE municipais, decorrente da sua linearidade. Considerando-se que a linearidade dos cursos de água implica, obviamente, a linearidade das respectivas áreas de influência, a integração das galerias ripícolas nas áreas urbanas, mesmo nas áreas densamente povoadas, permite responder a várias premissas em paralelo, nomeadamente à criação de espaços de lazer, de depuração da qualidade do ar e de minimização dos efeitos de cheias, com considerável economia de espaço (e de custos).

A Estrutura Ecológica (EE) é mencionada no Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial (RJIGT) como um recurso territorial, a par do sistema urbano no seu todo, dos recursos naturais, agrícolas e silvícolas, do património arquitectónico e arqueológico e das áreas afectas à protecção civil e defesa nacional, todos de identificação obrigatória nos Planos Regionais de Ordenamento do Território (PROT) e Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT).

Perante a relativa indefinição da figura da EE, no próprio RJIGT, tornou-se consensual junto das entidades responsáveis pela elaboração das EE, por analogia de critérios, que as restrições de utilidade pública mencionadas (REN, RAN e DPH) estejam englobadas nas EE Regionais e as EE Municipais.

Relativamente à obrigatoriedade da definição do traçado das conectividades lineares nas EE Regionais, ou Estruturas Regionais de Protecção e Valorização Ambiental (ERPVA), a posição das diferentes Comissões de Coordenação Regionais (CCDR) tem vindo a divergir, estando presente nos PROT elaborados para o centro do país (Centro, Oeste e Vale do Tejo, Área Metropolitana de Lisboa) e ausente no Norte e Sul do país (Norte, Alentejo e Algarve) (DGOTDU, 2007).

Outra questão problemática que tem gerado soluções díspares, nos vários municípios com processos de revisão de PDM em curso, é o facto das directivas do RJIGT para a elaboração de Instrumentos de Gestão Territorial (IGT) não fazerem qualquer menção à estrutura ecológica na qualificação do solo rural. Existindo essa menção, apenas, na disposição para a qualificação do solo urbano, surge a dúvida se deve existir uma divisão de conteúdos entre EE urbana e rural.

De igual modo, não se encontra esclarecida, no RJIGT, a questão relativa à capacidade edificatória, nas EE integradas em perímetro urbano. Sendo que a menção de que a EE urbana deve apresentar solos “necessários ao equilíbrio do

sistema urbano" (RJIGT, 1999), torna claro que as áreas das EE pretendem oferecer um contraponto à urbanização densa e que, para atingir o referido "equilíbrio", o contraponto será, obviamente, uma área naturalizada e livre de outras edificações, que não meros apoios aos espaços de lazer. O facto de estar integrada em perímetro urbano não lhe confere, portanto, capacidade edificatória.

Deverá, no entanto, ter-se presente que a delimitação da EEM não integra áreas de restrição de uso público e que a definição de áreas sem capacidade edificatória em terrenos privados obriga, para assegurar o cumprimento do princípio da "Equidade" expresso na Lei de Bases de Ordenamento do Território e do Urbanismo (LBOTU), à elaboração e execução de Planos de Pormenor (PP), ou à delimitação de Unidades de Execução (UE), que emanem directamente dos PMOT de nível superior.

Os referidos instrumentos, PP e UE, permitem a compensação, por aplicação do conceito de "perequação" (RJIGT 1999), dos proprietários de parcelas sem capacidade edificatória facilitando, igualmente, a execução das obras de reabilitação das linhas de água integradas no corredor ecológico, caso sejam efectuadas em simultâneo com as obras de urbanização necessárias para assegurar o funcionamento das operações urbanísticas previstas no plano. Nessa perspectiva, os estudos de pequena escala (1:25 000), desenvolvidos no presente trabalho, não proporcionam os fundamentos adequados para as acções a desenvolver devendo, o aumento da escala de análise, ser remetida para os estudos de base à elaboração do PP ou do projecto de execução das obras de urbanização previstas na EU.

A transição da etapa de delimitação para a etapa de intervenção nas áreas de REN e EEM, associadas aos leitos e margens dos cursos de água, será da competência dos municípios apenas com a concordância da entidade supra municipal que gere a região hidrográfica (RH), através da celebração de um protocolo enquadrado na Lei da Água. A decisão de intervir em qualquer linha de água que esteja representada na Carta Militar de Portugal à escala 1:25000 compete à referida entidade gestora da RH (Lei da Água, 2005), independentemente da designação da área de leito e margem como Estrutura Ecológica Municipal.

** Encontra-se a decorrer o processo de revisão da Lei Bases do Ambiente publicada na Lei nº 11/1987 de 7 de Abril tendo sido aprovado, em 14 de Junho de 2012, pelo Conselho de Ministros, a proposta da nova LBA*

A área em estudo está integrada na Bacia Hidrográfica do Tejo (BHT), que compreende a superfície nacional da referida bacia e as bacias das linhas de água que drenam para o oceano ao longo da maior parte da costa da Península de Setúbal (fig. 1.1).

A área estudada representa, respectivamente, 0,19% da totalidade da área dessa bacia de dimensão ibérica e 0,5% da área da Região Hidrográfica mencionada, estando fortemente influenciada pela proximidade do estuário do Tejo e pela presença de um aquífero extenso e produtivo designado, segundo a classificação do INAG, como T3 - Margem Esquerda do Tejo (Almeida et al, 2000), subjacente à totalidade da área estudada.

Em comparação com as restantes sub-bacias integradas na BHT verifica-se que a área a estudar, mesmo se considerarmos a bacia hidrográfica de maiores dimensões (Rio Coina), é irrelevante no conjunto da BHT, não chegando, sequer, a ser demarcada relativamente às integradas na sub-bacia do Tejo designada de “Bacia do Estuário” (fig. 1.1).

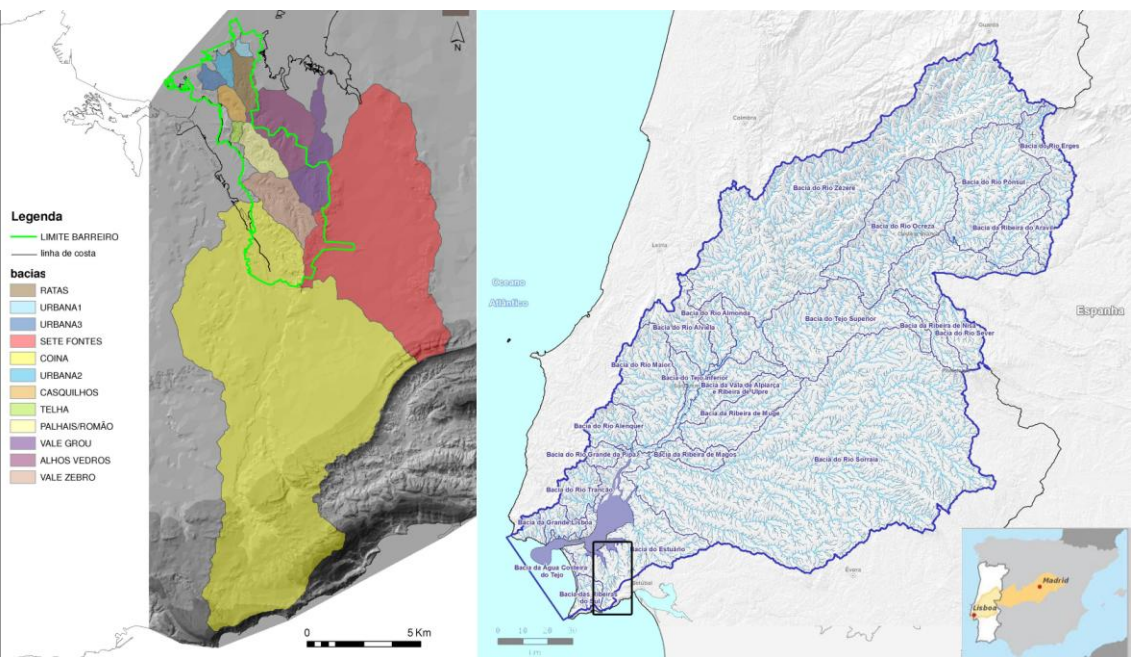


Figura 1.1 – Localização da área de estudo relativamente à bacia hidrográfica do Rio Tejo

O concelho do Barreiro integra, como se uma espinha dorsal se tratasse, o interflúvio de uma série de pequenas bacias que drenam para dois braços do Estuário do Rio Tejo penetrantes na Península de Setúbal, para sul-sudeste e sudeste respectivamente (fig. 1.2). Esse interflúvio, comum à esmagadora maioria das bacias hidrográficas estudadas, tem uma forma quase rectilínea com direcção noroeste-sudeste.

O território concelhio corresponde a uma quase península, possuindo frente ribeirinha nos quadrantes oeste e norte e não existindo confinância a leste apenas pelo facto de, administrativamente, estar separado da frente de rio nesse quadrante por uma faixa de terreno, pertencente ao concelho da Moita, que se vai estreitando para noroeste.

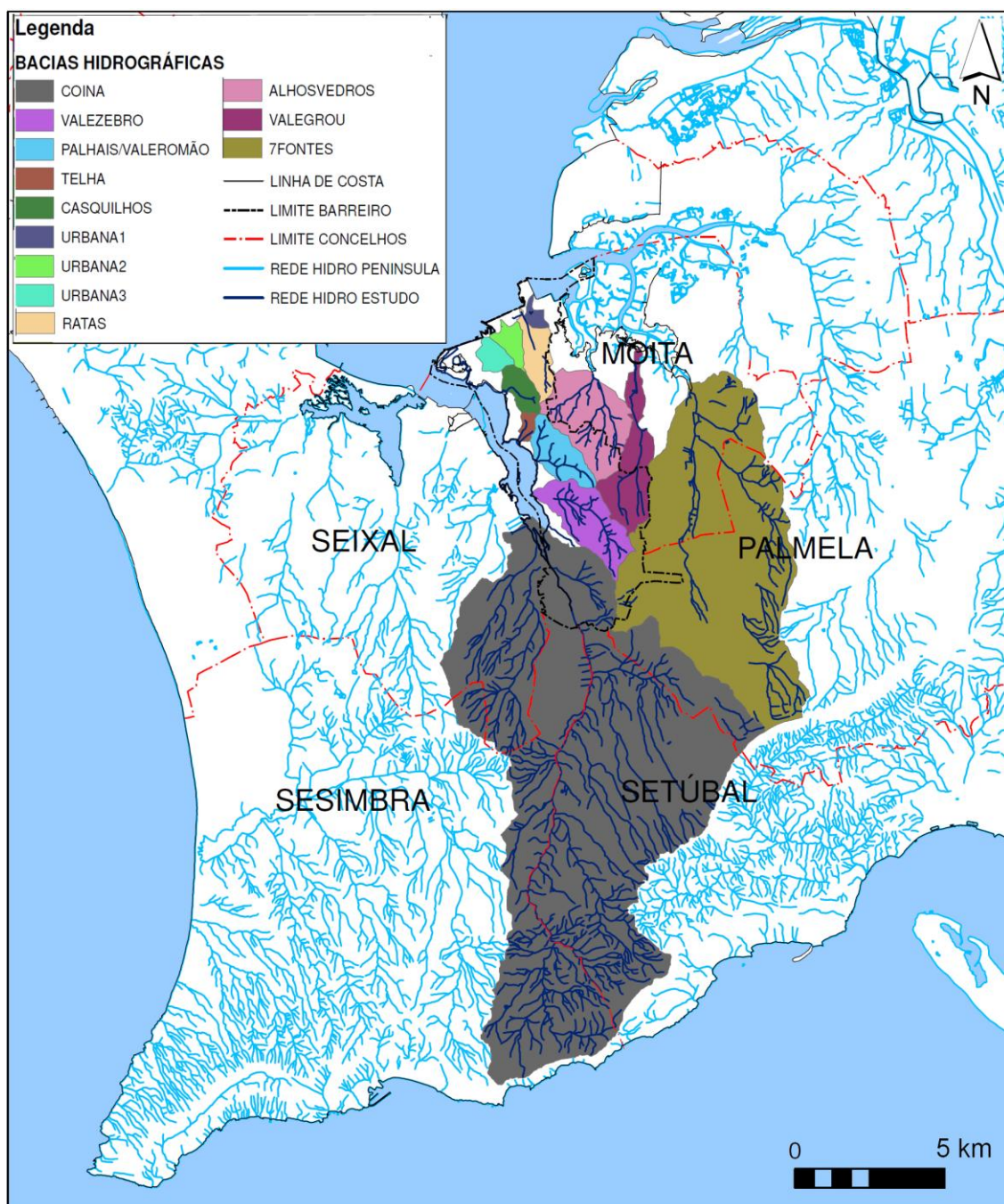


Figura 1.2 – Bacias hidrográficas integradas na área de estudo

A área aplanada, com ligeira inclinação para norte, que se constitui como o extremo norte do concelho, drena directamente para o estuário e corresponde, maioritariamente, a aterros sucessivos: avanços artificiais da margem para norte e drenagem de lagunas, na sua maioria de génese antrópica, usadas para extracção de sal, geralmente combinadas com o aproveitamento da energia das marés através da edificação, na descarga do sistema lagunar sobre o estuário, de um engenho de moagem de cereais (moinho de maré).

Dessas marinhas de sal, que coroavam os extremos noroeste e norte do concelho desde o século XVI, estendendo-se desde “a augua da Lançada ata augua de Couna”, isto é, entre Alcochete e o Barreiro (Carmona, 2009), e que subsistiram até ao

início do século XX, restam apenas, no concelho, as da área de Alburrica (fig. 1.3), como testemunho da ocupação humana do território prévia à instalação do complexo industrial da antiga C.U.F..

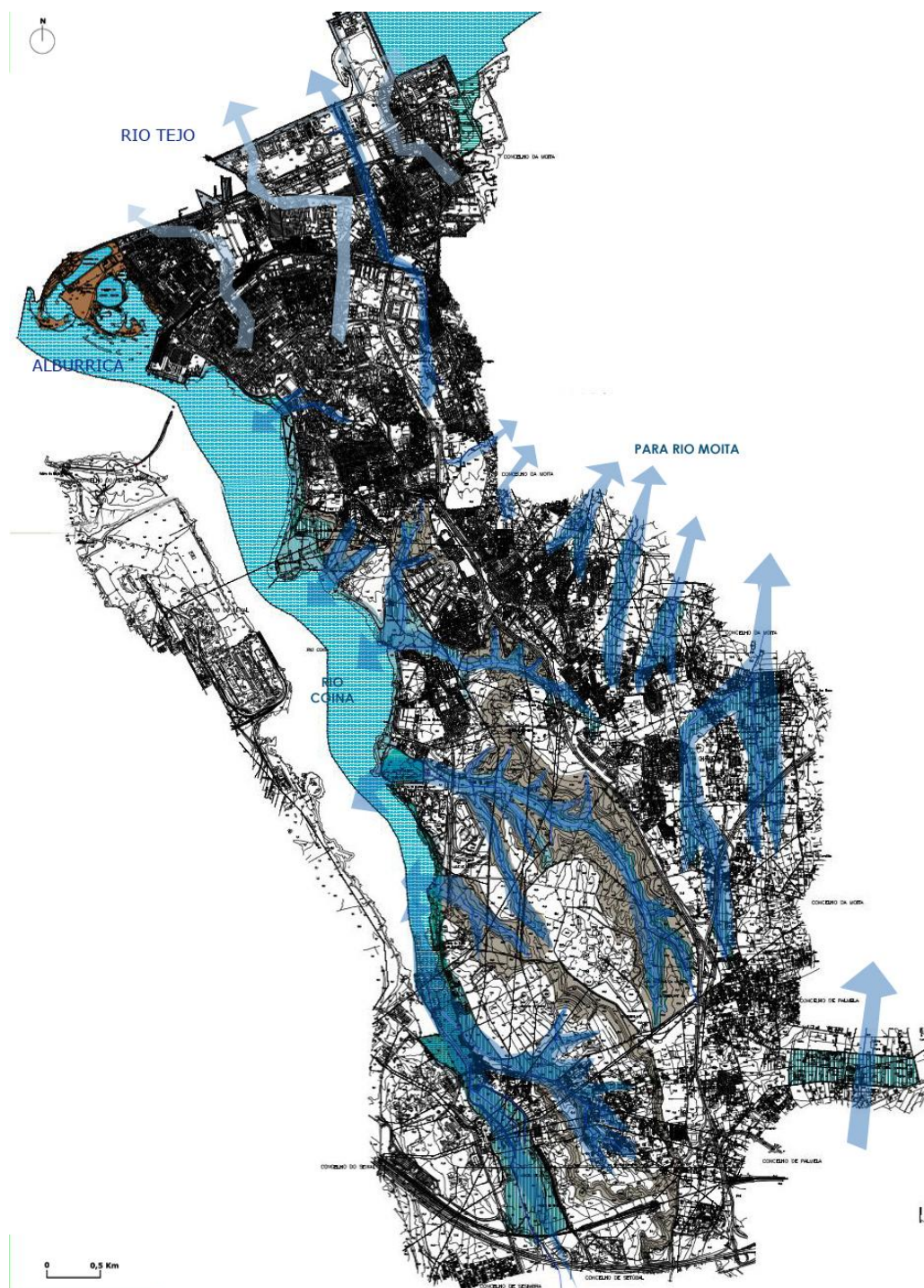


Figura 1.3 – Leitos e margens das linhas de água que drenam o concelho do Barreiro. (Adaptado de proposta de Carta de REN do concelho do Barreiro).

1.4. Delimitação da área de estudo

Pretendendo-se analisar as potencialidades de reabilitação das linhas de água que drenam o concelho do Barreiro e orientar a delimitação das Reserva Ecológica Nacional e Estrutura Ecológica Municipal, em função do resultado dessa análise, foi necessário considerar as bacias hidrográficas na sua totalidade, independentemente dos limites administrativos concelhios.

As bacias de drenagem são sistemas complexos, cujo funcionamento depende da incidência e interligação de inúmeros factores naturais e antrópicos, encontrando-se o concelho simultaneamente localizado numa posição condicionadora e condicionada por acções efectuadas na rede de drenagem pertencentes a essas bacias. Não é portanto possível confinar a área de estudo às fronteiras administrativas do concelho, ainda que o produto final do estudo se restrinja a esses limites, na delineação da EEM e REN.

A área considerada para o estudo, que fundamenta a delimitação das áreas de reserva referidas, abrange aproximadamente 180 km², dos quais apenas 26,9km² pertencem ao concelho do Barreiro e estende-se pelos concelhos da Moita, Palmela, Seixal, Sesimbra e Setúbal, integrando um conjunto de 12 bacias hidrográficas muito heterogéneas:

- Rio Coina
- Vala das Sete Fontes
- Vala de Vale Grou
- Vala de Alhos Vedros
- Ribeira de Vale de Zebro
- Vala de Palhais / Vale Romão
- Vala dos Casquilhos
- Vala da Telha
- Valas Urbanas 1, 2 e 3
- Vala das Ratas

Nesse conjunto está integrado o Rio Coina, o sistema que é considerado o “eixo de drenagem da Península de Setúbal” (Manupella et al, 1999) e, contrastando com o referido sistema, pequenas bacias hidrográficas com área inferior a 4 Km², totalmente integradas no território concelhio.

A determinação da área de estudo teve como condicionante fundamental, a localização das secções de referência, a montante das quais cada bacia é delimitada. Na definição da secção de referência de cada bacia optou-se pelo ponto de descarga real do curso de água principal no estuário do Rio Tejo, ou seja, o ponto onde se transita para a área permanentemente inundada desse estuário.

Uma vez que o Rio Coina tem a sua cabeceira na Serra da Arrábida e secção de descarga no concelho do Barreiro foi necessário considerar a totalidade dos mais de 100 Km² da bacia respectiva, a maior parte dos quais estão localizados fora do concelho (fig. 1.4).

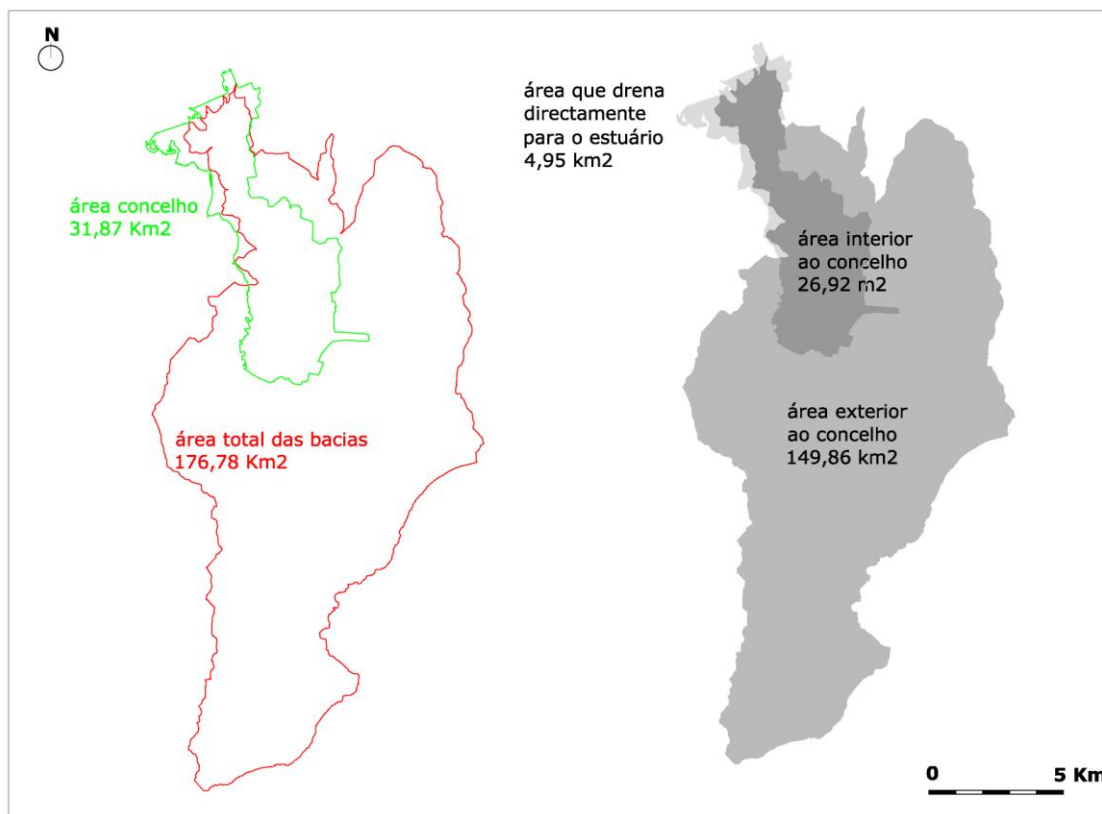


Figura 1.4 – Relação entre a área de estudo e a área do concelho

Considerando que, por outro lado, o território concelhio é drenado por bacias hidrográficas cujos sectores jusante se localizam no concelho da Moita, a Nascente, foi igualmente necessário estudar a totalidade da área dessas bacias, até ao respectivo ponto de descarga.

Foi preterido o estudo das vertentes que drenam directamente sobre o estuário (fig. 1.4) uma vez que que formam bacias com área diminuta e, como tal, possuem escoamento organizado incipiente. Considerou-se diminuta a probabilidade desses sistemas de drenagem originarem situações de inundação ou de possuir habitats ripícolas que contribuam para a preservação da biodiversidade e para o enriquecimento paisagístico, associado a meios ribeirinhos.

Do acima exposto, e à primeira vista, o território do Barreiro parece ser pouco relevante para o funcionamento dos sistemas hidrográficos que o drenam, atendendo-se à percentagem diminuta da área de estudo que lhe pertence. Espera-se demonstrar que o desfasamento entre a área de estudo e a área do concelho seja um indicador irrelevante para a delimitação das áreas de reserva, em oposição a factores verdadeiramente condicionantes do funcionamento do sistema fluvial, tais como a geometria das bacias, as características da rede, o relevo e a permeabilidade do substrato.

2. METODOLOGIA

Independentemente do software, que funciona em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), permitir uma análise rigorosa, expedita e, em certos aspectos, optimizada relativamente às metodologias tradicionais, o presente trabalho pretende demonstrar a possibilidade de elaboração de estudos de base à tomada de decisões, com os recursos reduzidos que as autarquias normalmente dispõem. Como tal, propõe-se o uso de software de utilização livre e complementar a criação de mapas gerados em ambiente SIG, com metodologias de base matemática, menos complexas e utilizáveis quando a tecnologia informática não está disponível.

A análise das linhas de água que drenam o concelho do Barreiro foi efectuada numa escala base considerada grosseira (1:25000) com aumentos pontuais (na elaboração de uma rede hidrográfica estruturante, na análise da evolução do uso do solo e na definição dos perímetros de REN e EEM) para escalas superiores (1:5000 e 1:2000).

A escala base foi considerada suficiente para fundamentar a delimitação de perímetros de REN e EEM, por ser a escala adoptada para os restantes componentes do PDM do Barreiro e, simultaneamente, adequada para a detecção e apresentação dos valores e ameaças de relevância concelhia.

O presente estudo não integrou o clima como factor condicionante do funcionamento do sistema hidrográfico, pelo facto do território concelhio não apresentar variações altimétricas que prevejam a formação de microclimas específicos, nem integrar áreas com afastamento díspar ao litoral que justifiquem a consideração desse factor. Apesar da área de estudo abranger variações espaciais climáticas derivadas da morfologia, situação que foi comprovada pelos estudos de Alcoforado (1993) e Mora (2001), considerou-se que o funcionamento derivado dos factores físicos nas bacias hidrográficas que integram essas variações (Coina e Sete Fontes), incrementa por si só a susceptibilidade a cheias, tornando-se irrelevante adicionar à presente análise os indicadores relacionados com o clima.

2.1. Identificação da rede hidrográfica estruturante

A fase inicial da compreensão do meio físico de um sistema de drenagem corresponde à identificação da rede estruturante, que poderá ser mais ou menos complexa e ramificada em função do grau de probabilidade de funcionamento, decorrente de entrada de água no sistema.

Considerando-se absurdo partir de uma situação extrema de precipitação, em que todas as linhas de água entram em funcionamento, mas onde qualquer uso do território estaria condicionado por essa demasiada abrangência da rede, é importante definir uma estrutura que se pretenda manter funcional em episódios de média e frequente probabilidade de escoamento (caudais semi-permanentes e de estiagem).

A identificação da rede estruturante teve como base a Carta Militar de Portugal à escala 1:25.000 (folhas nº 432, 442, 443, 453, 454, 464, 465), do Instituto Geográfico do Exército e baseada em cobertura aerofotográfica efectuada pela Força Aérea Portuguesa em 1988. A partir dessa carta, disponibilizada em formato Raster, o IGeoE

elaborou cartas em formato vectorial, específicas para a rede hidrográfica e para a altimetria.

Através da sobreposição das cartas em formato vectorial com um ortofotomapa do Instituto Geográfico Português, com escala original 1:5000 e baseado em fotografias aéreas tiradas em 2005, constatou-se que as lacunas detectadas na Carta Militar correspondem invariavelmente a áreas em que a linha de água não criou qualquer entalhe. Existem, no entanto, situações em que, independentemente de não entalharem o terreno, são identificadas linhas de água evidentes no levantamento fotográfico, por possuírem galeria ripícola ou por corresponderem a canais artificiais bem definidos.

Procurou-se, através dessa sobreposição, que aumentou consideravelmente a escala do levantamento, eliminar as lacunas detectadas na rede do IGeoE, sem que o resultado tenha sido satisfatório. Persistindo troços interrompidos considerou-se, portanto, necessário recorrer a um programa informático de base SIG para a definição de uma rede completa.

Uma vez que a representação das linhas de água na carta do IGeoE está efectuada de forma realista, ou seja, com situações de representação de duas linhas correspondente a duas margens e que o software utilizado na geração da rede completa (ILWIS) assume essa representação como se duas linhas de água paralelas se tratasse foi, complementarmente, necessário recorrer ao software de desenho CAD para as substituir por uma única linha central e estender os tributários até ela.

A geração da rede seguiu a metodologia referenciada a Reis (2011) e baseou-se na utilização do software SIG, ILWIS, de utilização livre, recorrendo-se a software de desenho CAD e de ambiente SIG (ARCGIS), sempre que necessário para efectuar operações de edição nos mapas criados.

A geração do Modelo Numérico de Elevação (MNE) foi efectuada a partir carta de altimetria do IGeoE à escala 1:25 000 procurando-se criar um modelo que gerasse uma rede sem interrupções através do "melhoramento" do MNE, ou seja, forçando o preenchimento de pequenas depressões que prejudiquem o cálculo da orientação dos fluxos e criando um entalhe artificial nos talwegues com 4 m de profundidade, referenciado ao mapa da rede hidrográfica corrigido.

A escolha da profundidade do entalhe de referência está relacionada com a equidistância das curvas de nível da carta base utilizada, devendo ser utilizado um valor ligeiramente inferior a metade dessa distância (10 m numa carta à escala 1:25000).

A rede hidrográfica foi gerada em função de um mapa que define os locais de acumulação de fluxos e que correspondem, naturalmente, aos talwegues.

Nesta fase foram estudados diferentes valores de acumulação, para referência na geração da rede, de modo a obter um mapa que se aproximasse o mais possível da carta da rede hidrográfica do IGeoE. Optou-se pelo valor de acumulação máximo de 500 pixéis (200.000 m² considerando pixéis de 20x20 m).

Seguindo o mesmo critério de aproximação à rede constante na Carta Militar de Portugal foram experimentados, na operação de ordenamento da rede, vários

comprimentos mínimos para os troços, optando-se pela medida de 100m, ou seja, todos os canais de magnitude mínima (Shreve 1) que se prolonguem por uma medida inferior a esse valor foram excluídos.

O mapa resultante tem anexa uma tabela de atributos com informação muito relevante para a caracterização morfométrica da rede e que, depois de exportado, foi convertido em formato vectorial *shapefile* no software, que funciona em ambiente SIG, ARCGIS.

Sobrepondo a rede gerada pelo programa com a rede de referência verifica-se que são preenchidos os troços em falta, utilizando-se esse referencial para criar, em software de desenho CAD, linhas que preenchem as lacunas da rede. Essas linhas eliminam o aspecto “denteado” das que resultam da vectorização do ficheiro Raster. Mas o mapa, ao ser convertido de *shapefile* para formato de ficheiro DWG, perde a informação contida na tabela de atributos. Ultrapassou-se esse problema criando duas versões do mapa, uma em *shapefile* e outra em formato de ficheiro DWG, e extraíndo dados de forma combinada.

Depois da edição, através do software ARCGIS, do mapa da rede foi necessário recalcular os valores de comprimento dos canais. Caso não fosse efectuada esta correcção os valores prévios à edição seriam mantidos, sendo incongruentes com a representação após edição.

2.2. Identificação das secções de referência

O procedimento de sobreposição da carta da Rede Hidrográfica do IGeoE com o Ortofotomapa permitiu, para além da actualização da rede de 1988 e aumento da escala do levantamento, ajudar a detectar a localização das secções de referência a montante das quais seriam geradas as bacias hidrográficas, no software ILWIS.

Mesmo considerando que as linhas de água da área de estudo drenam para o estuário do Rio Tejo e que, consequentemente, essa área sofre o efeito da maré, a margem retratada no ortofotomapa não representa a foz real das linhas de água.

A determinação das secções de referência foi, portanto, apoiada na Carta Geológica (INETI/IGM – escala 1:25 000) em formato vectorial, assinalando-se cada secção nos pontos em que a linha de água transita do substrato aluvionar para a área permanentemente inundada do estuário do Tejo.

Na sequência da consulta do projecto de Plano de Ordenamento do Estuário do Tejo de 2010 (POE Tejo) detectou-se que a área permanentemente inundada, representada na carta do INETI, apesar de coerente com a representação de margens constante na Carta Militar, difere da representação apresentada pela equipa que elaborou a proposta de plano e que foi, por sua vez, baseada no estudo efectuado por Lemos P. em 1972, para a Administração do Porto de Lisboa denominado “Estuário do Tejo”.

Apesar da transição para o plano de água alargado ocorrer, na referida carta, próximo da povoação de Coina, a maior extensão da área intertidal definida no POE Tejo parece remeter essa transição mais para jusante, formando-se um canal estreito e não uma ampla massa de água.

Não foi possível obter elementos desenhados em formato vectorial com a representação de preia e baixa-mar máximas, constantes no projecto de POE Tejo, optando-se por apoiar a determinação das secções de referência na análise combinada da carta geológica e do ortofotomapa (fig. 2.1) sendo, na maioria dos casos, seguido o critério de transição do aluvião para o Plano de água (Urbanas, Ratias, Sete Fontes e Palhais/Vale Romão).

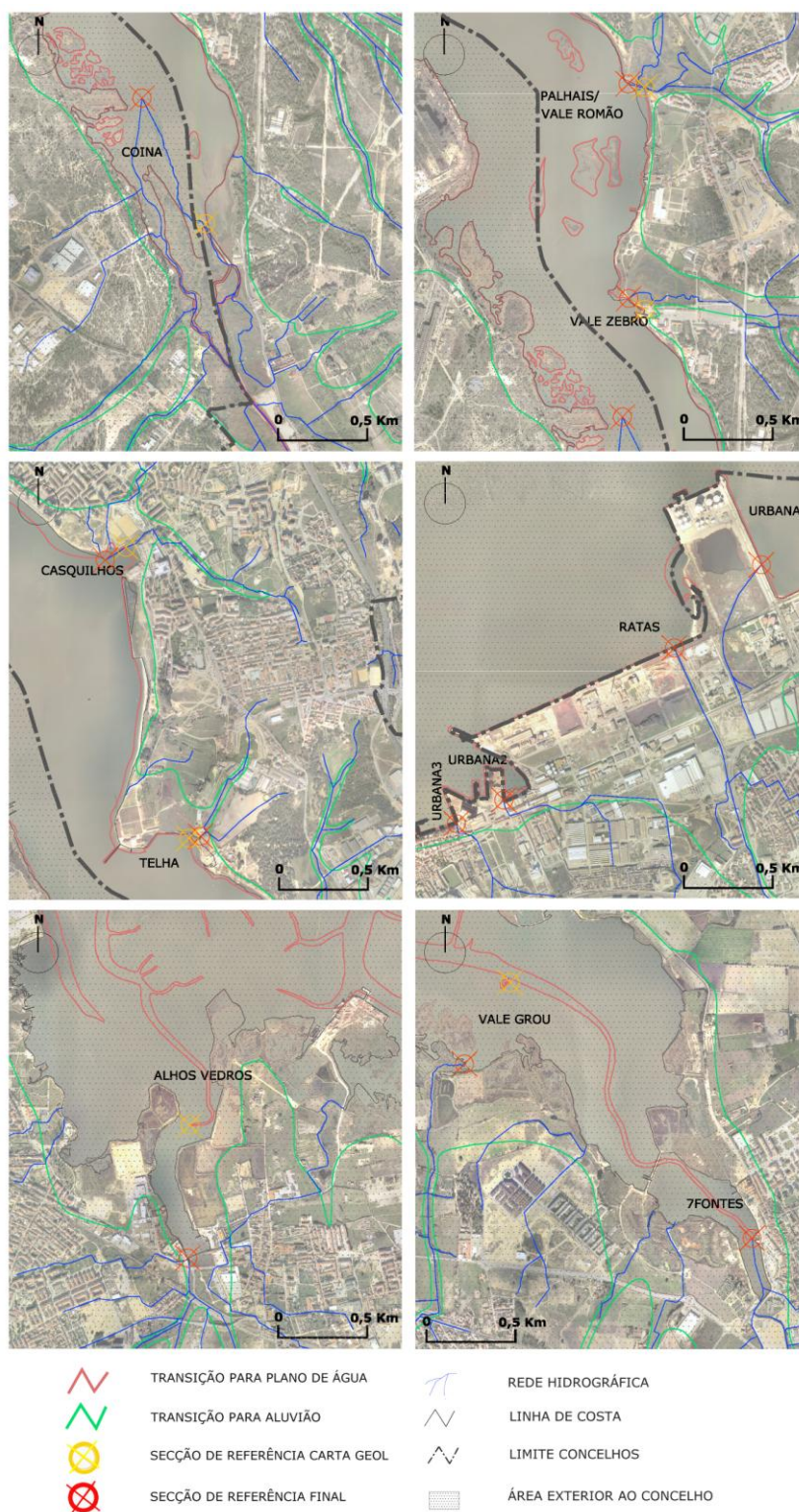


Figura 2.1 – Localização de secções de referência.

No caso da Ribeira de Coina, assinalou-se a secção num ponto em que era notória a perda de capacidade de transporte de sedimentos, em função da entrada no sistema estuarino.

2.3. Geração de bacias hidrográficas

Já se referiu que a edição do mapa da rede ordenada incluiu o prolongamento das linhas de água geradas no software ILWIS até às secções de referência determinadas. Verificou-se, em muitas das bacias da área de estudo, a existência de um hiato entre o troço de maior hierarquia e magnitude, da rede gerada, e a secção de referência determinada, ou seja, o programa não reconheceu como fundo de vale a área plana junto ao estuário e interrompeu a linha de água a montante da referida secção.

Uma vez que o software ILWIS não permite a edição dos mapas criados ultrapassou-se essa questão retrocedendo à operação de geração da rede a partir do cálculo de acumulação de fluxos e, ao invés de indicar um valor máximo de 500 pixéis, reduziu-se esse limite para 50 pixéis. A rede resultante apresenta uma maior complexidade e permite a indicação de secções de referência coincidentes com os pontos anteriormente determinados ou, quando ainda assim, essa sobreposição não ocorre, a rede mais complexa permite definir uma série de secções de referência de bacias localizadas na envoltória das verdadeiras descargas das linhas de água no estuário.

Os conjuntos de pequenas bacias geradas em função das secções de referência, determinadas na envoltória da secção real, foram editadas em software de desenho CAD, de modo a ficarem agrupadas numa única bacia, repetindo-se o procedimento para todos os sistemas hidrográficos que integram a área de estudo.

Uma vez que a linha que define o perímetro de uma bacia hidrográfica é, precisamente, o interflúvio entre redes hidrográficas confinantes que drenam, cada uma, para um ponto específico a jusante, abrangendo todos os sub-sistemas que permeiam esse ponto escolhido e a linha de interflúvio referida, considerou-se adequada a sequência de operações acima descrita para a edição do mapa gerado pelo software ILWIS.

O comando do software ILWIS utilizado para a geração das bacias hidrográficas permite criar um mapa complementar, no qual são identificados os colectores principais das redes de cada bacia verificando-se que essas linhas se prolongam até ao interflúvio, ou seja, a cabeceira definida pelo ILWIS não corresponde ao início do entalhe.

O referido mapa tem utilidade para mera identificação da linha de água principal, sobrepondo-a ao mapa da rede hidrográfica, não devendo ser utilizado para identificação do comprimento total desse curso, uma vez que não corresponde a uma linha de água real e sim à representação do comprimento máximo da bacia ao longo desse colector principal, entre o interflúvio e a secção de referência. A linha de água principal determinada pelo ILWIS tem, no entanto, grande utilidade para a elaboração da EEM, precisamente, por representar o prolongamento da linha de água até à linha de fecho das bacias hidrográficas.

Uma vez que essa linha de água principal é gerada em função das secções de referência fictícias indicadas, que nem sempre se sobrepõem às secções reais, é necessário corrigir o mapa no software SIG, que permite essa edição (ARCGIS) de

modo a obter a linha de água principal real e não várias linhas de várias bacias, que foram agrupadas conforme se referiu anteriormente.

A justificação para a utilização, na análise, das linhas de água principais que foram determinadas de forma automática e não outra metodologia de entre as possíveis, será mais adiante apresentada.

2.4. Determinação de dados morfométricos

A escolha dos indicadores que demonstram as diferentes competências das bacias da área de estudo foi efectuada com base em Ramos (2009) adaptada às especificidades do território a estudar.

2.4.1. Geometria

Os valores da área e perímetro de cada bacia foram obtidos, da tabela de atributos dos mapas criados através do software ILWIS e verificada a sua exactidão em software de desenho CAD, que também permite a obtenção automática de dados dessa natureza.

A análise da **forma** das bacias recorreu a duas metodologias distintas:

Através da fórmula de determinação do **Factor Forma** de **Horton**, o indicador que relaciona a forma da bacia com um rectângulo e varia entre 0,1 (bacia alongada) e 0,9 (bacia arredondada):

$$Ff = \frac{A}{Cb^2}$$

Em que **A** corresponde à área da bacia, em quilómetros quadrados e **Cb** ao comprimento da bacia, medido em linha recta entre um ponto do perímetro próximo da cabeceira do curso principal até à descarga desse curso no estuário.

Por ser necessário na determinação, mais adiante, de um índice ilustrativo das condições de declive (**Índice de Roche**), determinou-se, complementarmente, o **Coefficiente de compacidade (Cc)** ou **Índice de Gravellius**, que relaciona o perímetro da bacia com o perímetro de um círculo que tenha a área da bacia através da fórmula:

$$Kc = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

Em que **P** corresponde ao perímetro da bacia, em quilómetros e **A** à área da bacia em quilómetros quadrados. O valor mínimo 1 corresponde a uma bacia circular e é considerada irregular sempre que o coeficiente é superior a 1,6. Quando o coeficiente obtido se situa entre 1 e 1,6, a bacia é compacta.

2.4.2. Rede de drenagem

A análise da rede de drenagem apoiou-se na classificação numérica dos canais relativamente à **hierarquia** segundo **Strahler** e à **magnitude** segundo **Shreve**, ou seja, na identificação de uma hierarquia fluvial em função do número de tributários,

segundo o respetivo número de ordem, que para eles drenam, contabilizando-se, também, o número de tributários que cada rede inclui.

A definição da hierarquia e magnitude das redes integradas em cada bacia foi efectuada de forma automática, no procedimento de criação da rede ordenada. As classificações numéricas da totalidade dos canais estão integradas na tabela de atributos do mapa da rede ordenada sendo possível criar mapas específicos com a distribuição espacial dos mesmos, referenciando cada mapa ao atributo escolhido (Mapa "Hierarquia" - coluna Strahler e Mapa "Magnitude" - coluna Shreve).

A identificação da linha de água principal decorreu, conforme referido, da criação do mapa das bacias hidrográficas, servindo de base para a criação do perfil longitudinal, ao longo desse eixo colector.

A determinação da linha de água principal, obtida de forma automática no software ILWIS, segue o critério de Shreve, ou seja, em cada bifurcação, opta pelo canal de maior magnitude no percurso de jusante para montante.

Considerados critérios diversificados para a determinação do curso de água principal verificou-se que, face à predominância de canais com inclinação pouco acentuada e, principalmente, face à heterogeneidade de tipologias formais das redes estudadas, o critério de Shreve permite uma determinação simultaneamente mais uniforme e mais inequívoca.

Outra justificação importante, na escolha do critério de Shreve, deriva do âmbito do estudo, ou seja, a identificação das linhas de água susceptíveis à ocorrência de cheias e com "sensibilidade ecológica" (RJREN, 2008) de valor nacional e municipal. Uma vez que ambas as componentes de elegibilidade estão associadas a uma maior capacidade de transporte de água considerou-se que o critério relacionado com a crescente magnitude dos canais será o mais adequado.

Para determinar a densidade de drenagem das bacias foi utilizado o indicador, definido por **Horton**, que relaciona o comprimento total de todas as linhas de água a partir do momento em que se definem como escoamento organizado (magnitude desde 1), com a área da bacia:

$$Dd = \frac{Ct}{A}$$

Em que **Ct** corresponde ao comprimento total dos canais em quilómetros e **A** à área da bacia em quilómetros quadrados.

A criação do mapa que servirá de base à definição de conjuntos homogéneos de densidade de drenagem, efectuada através do programa ILWIS, segundo Reis (2011), iniciou-se com a definição prévia de uma unidade de área de referência, ou seja, para que o programa não calcule a densidade de drenagem da totalidade da rede representada no mapa utilizado é necessário especificar a área a calcular determinando-se, para esse fim, uma quadrícula com um quilómetro de lado.

O mapa obtido terá, naturalmente, resolução incompatível com a dos restantes mapas utilizados na análise, não sendo possível a sobreposição. Será, portanto, necessário elevar a resolução, associando-o ao sistema de georreferenciação original.

A definição de intervalos de classificação da densidade de drenagem (escala entre “muito baixa” <3 km/km² e “extremamente elevada” ≥11km/km²) foi determinada conforme o indicado por Ramos (2009).

A carta base de hidrografia utilizada para a geração do mapa foi a do IGeoE e não a rede obtida a partir do procedimento indicado em **2.1. Identificação da rede hidrográfica estruturante**, por se verificar que esta última não considera as áreas de elevada permeabilidade do substrato em que o escoamento não se faz de forma organizada e que representam uma parte considerável da área de estudo.

Existindo correlação, no meio natural, entre a densidade de drenagem e a permeabilidade do substrato, considerou-se que a utilização da rede estruturante, que preenche as lacunas de forma indistinta e sem ter em conta esta proporcionalidade, não era a mais adequada.

2.4.3. Relevo

A elaboração de elementos de base, à análise do relevo, foi complementada com a elaboração de um mapa **TIN** (Triangulated Irregular Network), em que os pontos e linhas contendo atributos de altimetria são relacionados entre si, gerando uma representação sob a forma de superfície contínua. O efeito de sombreamento oferece uma representação bastante realista e o valor estético dessa representação justificou a sua utilização recorrente como camada de base de grande parte dos restantes mapas criados.

A análise desta condicionante foi efectuada com base num mapa de declive criado, segundo a metodologia de Reis (2011), através do software ILWIS.

O procedimento inicia-se com a criação de dois mapas, correspondentes ao cálculo da diferença de cotas, segundo o eixo do X e Y, usados para o cálculo do declive em percentagem e termina com a conversão dos valores obtidos para graus.

Apesar do mapa em questão permitir a análise, de forma bastante completa, dos declives das bacias, considerou-se conveniente complementá-lo com indicadores mais tradicionais, mantendo-se a metodologia combinada (Ramos, 2009 e Reis, 2011) que se tem vindo a desenvolver para as restantes condicionantes.

Foram, portanto, calculados os índices de **Rugosidade** (segundo **Melton**) e de **Declive de Roche**, que obrigam à determinação prévia da **Amplitude Altimétrica** (diferença entre a altitude mínima e máxima da bacia).

Refere-se que os valores das cotas altimétricas considerados, para os cálculos anteriores, partiram do pressuposto que o ponto mais baixo é sempre zero (porque corresponde à descarga no estuário) e para a determinação dos pontos de cota máxima, foram usadas as cotas altimétricas e curvas de nível indicadas na Carta Militar de Portugal, em formato Raster.

O **Índice de Rugosidade de Melton**, que considera o declive e a dissecação da bacia pelas linhas de água, foi calculado através da fórmula:

$$Ir = D \times Dd$$

Em que **D** corresponde à amplitude altimétrica, ou diferença, em metros, entre as cotas altimétricas no ponto mais alto da bacia e na descarga no estuário (zero, na área de estudo) e **Dd** corresponde à densidade de drenagem da bacia atrás calculada.

O **Índice de Declive de Roche** não poderia deixar de ser considerado uma vez que sintetiza, mantendo a aproximação à realidade, as condições de relevo da bacia, sendo calculado através da fórmula:

$$IdR = \frac{D}{0,89Kc\sqrt{A}(1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,12}{Kc}\right)^2})}$$

Em que **D** corresponde à amplitude altimétrica em metros, **Kc** ao Índice de Gravellius, calculado em **2.4.1. Geometria**, e **A** à área da bacia em quilómetros quadrados.

2.5. Caracterização da permeabilidade

A caracterização da permeabilidade do substrato das bacias hidrográficas constitui uma etapa essencial do estudo, uma vez que essa componente influencia o funcionamento da rede e, complementarmente, a capacidade de recarga do aquífero, subjacente à totalidade da área de estudo, neste caso, considerado o mais importante da Península Ibérica em termos de reservas de água potável (T3 - Margem Esquerda do Tejo) (Almeida, 2000).

O incremento da capacidade de escoamento da água proveniente da precipitação, através de infiltração de parte dessa água no solo e subsolo, e a capacidade de alimentar aquíferos, contribuindo para a preservação do ciclo da água, derivam da permeabilidade do substrato pedológico e litológico.

As formações litológicas, que contribuem para a criação da camada superficial do solo, e a forma como este é utilizado pelos organismos vivos, foram considerados os principais factores condicionantes da permeabilidade. Relativamente à litologia, a permeabilidade é determinada pela textura, estrutura, grau de compactação e descontinuidades existentes (planos de estratificação, diáclases, fraturas, falhas e zonas de esmagamento) (Ramos, 2009) ressaltando-se, na área em estudo, a importância das formações arenosas e o grau de compactação das formações litológicas.

O solo não foi considerado na definição da permeabilidade pela dificuldade de obtenção de cartografia em formato digital, com a mesma escala das restantes bases e por possuir, basicamente, as mesmas características do substrato litológico que lhe esteve na génese.

Foi, finalmente, efectuada a associação do substrato com o uso do solo à superfície, definindo-se dez classes de permeabilidade que combinam esses dois factores através da multiplicação, do mapa de classes de permeabilidade associada à litologia e do mapa de classes de permeabilidade associada ao uso do solo, no software ARCGIS.

A fonte da cartografia de suporte à análise da permeabilidade do substrato litológico foi a Carta Geológica, em formato vectorial à escala 1:25.000, da autoria do INETI/IGM sendo necessário editar, no software ARCGIS, as tabelas de atributos dos mapas resultantes da colagem das folhas 431, 432, 442 e 443 (norte) e, também, das folhas 453, 454, 464 e 465 (sul). Essa edição resulta das diferenças constantes nas tabelas de atributos, que impossibilitam a colagem imediata num único mapa. A título de exemplo, verifica-se que as formações do Holocénico são designadas de forma distinta em cada um dos dois conjuntos de quatro folhas (tabela 2.1.) e que, no conjunto norte, consta apenas a abreviação e não a designação completa das mesmas.

A consulta da cartas geológicas em formato papel, à escala 1:50.000, para obter a designação por extenso das formações do conjunto de cartas vectoriais, à escala 1:25.000, a norte, permitiu constatar que aquando do processo de vectorização, o desfaseamento das designações e as interrupções detectadas entre os dois conjuntos de cartas não foram sujeitos a correcção ou ajustamento.

A união das duas cartas (norte e sul) obrigou à criação de uma coluna adicional, nas tabelas de atributos respectiva, onde as designações foram uniformizadas (indicadas a negrito na tabela abaixo) e as colunas originais foram eliminadas.

IDADES		INETI (454, 464 e 465 - Norte)		INETI (431, 432, 442 e 443 - Sul)		DESIGNAÇÃO
QUATERNÁRIO	HOLOCÉNICO	Q	aluv	ALUVIÕES		
		Qap	ap	Areias de praia		
		Qd	d	Dunas		
		Qae	Qae	Dunas antigas e areia eólicas indiferenciadas		
TERCIÁRIO	PLISTOCÉNICO	QMF	QMF	FORMAÇÃO DE MARCO FURADO: ARGILITOS		
		QBe	QBe	Conglomerado de Belverde		
	MIOCÉNICO	PSM	PSM	FORMAÇÃO DE SANTA MARTA: AREIA		
		MQA	MQA	Areias e margas de Quinta do Anjo		
		MPI		Arenitos e calcoarenitos de Pinhel e Castelo de Palmela		
		MQT		AREIAS DA QUINTA DA TORRE		
		MAz		ARGILITOS E MARGAS DE AZEITÃO		
	PALEOGÉNICO	MPa		CALCÁRIOS MARGOSOS DE PALHAVÃ		
		ΦSN		CALCÁRIOS DA SENHORA DAS NECESSIDADES		
		ΦPI		CONGLOMERADOS, ARENITOS E MARGAS DE PICHELEIROS		
CRETÁCIO			C2Ga		CALCÁRIOS E MARGAS DA GALE	
	C1Ro			Grés e argilas de Rodizio		
	C1FG			Grés e argilas de Fonte Grada		
	C1Ma			FORMAÇÃO DE MACEIRA		
	C1VG			Grés, argilas e grés calcários da Guia e Vale de Lobos		
	C1PC			Grés, argilas e grés calcários de Porto da Calada		
JURÁSSICO		J3Cm		CONGLOMERADOS DA COMENDA		
		J3VR		ARGILAS, GRÉS E CONGLOMERADOS DE VALE DA RASCA		
		J3Az		CALCÁRIOS DE AZOIA		
		J3A		MARGAS, ARGILAS E CALCÁRIOS COM CALHAUS NEGROS E CONGLOMERADOS DA ARRÁBIDA		
		J2Pe		CALCÁRIOS DE PEDREIRAS		
			Pag		Planos de água	

Tabela 2.1. – Evolução de designações de conjuntos litológicos presentes na área de estudo

Após a uniformização das designações dos conjuntos litológicos, foram efectuados agrupamentos baseados na terminologia dos mapas hidrogeológicos. Partindo da definição de apenas dois conjuntos litológicos básicos em função do grau de consolidação (formações consolidadas e formações não consolidadas), foram determinadas classes de permeabilidade dentro de cada conjunto (de muito elevada a muito reduzida).

No caso das formações não consolidadas a variação da permeabilidade deriva essencialmente da textura (areia versus argila). No caso das formações consolidadas a estrutura, o grau de plasticidade e a carsificação das formações carbonatadas, determinam a distribuição pela classificação hidrogeológica definida.

A operação foi finalizada com a atribuição de um valor numérico (escala de 1 a 10) às classes de permeabilidade.

A operação de agrupamento e redistribuição das formações litológicas nas classes de permeabilidade criadas foi apoiada em fontes bibliográficas, em especial nas notícias explicativas das Cartas Geológicas de Portugal consultadas (Manupella *et al*, 1999 e Pais *et al*, 2006), pela relação directa com os elementos cartográficos utilizados.

Obteve-se a tabela abaixo que permitiu gerar o Mapa de Permeabilidade da Litologia através da associação da Carta Geológica, no software ARCGIS, ao atributo “classe”.

COD	DESCRIÇÃO	CLASSE PERMEABILIDADE	CLASSE CONSOLIDAÇÃO	CLASSE 1	CLASSE 2
Q	ALUVIÕES ARGILOSOS	PERM muito reduzida	Formações não Consolidadas	1	1 - 2
Q	ALUVIÕES ARENOSOS	PERM muito elevada	Formações não Consolidadas	6	9 - 10
Qap	Areias de praia	PERM muito elevada	Formações não Consolidadas	6	9 - 10
Qd	Dunas	PERM muito elevada	Formações não Consolidadas	6	9 - 10
Qae	Dunas antigas e areia eólicas indiferenciadas	PERM muito elevada	Formações não Consolidadas	6	9 - 10
QMF	FORMAÇÃO DE MARCO FURADO: ARGILITOS	PERM variável a reduzida	Formações não Consolidadas	3	5
QBe	Conglomerado de Belverde	PERM variável a elevada	Formações não Consolidadas	4	6
PSM	FORMAÇÃO DE SANTA MARTA: AREIAS	PERM variável a elevada	Formações não Consolidadas	4	6
MQA	Areias e margas de Quinta do Anjo	PERM muito reduzida	Formações Consolidadas	5	7 - 8
MPI	Arenitos e calcoarenitos de Pinhel e Castelo de Palmela	PERM variável a reduzida	Formações Consolidadas	3	5
MQT	AREIAS DA QUINTA DA TORRE	PERM elevada	Formações Consolidadas	5	7 - 8
MAz	ARGILITOS E MARGAS DE AZEITÃO	PERM muito reduzida	Formações Consolidadas	1	1 - 2
MPa	CALCÁRIOS MARGOSOS DE PALHAVÁ	PERM variável a reduzida	Formações Consolidadas	3	5
DSN	CALCÁRIOS DA SENHORA DAS NECESSIDADES	PERM elevada	Formações Consolidadas	5	7 - 8
DPi	CONGLOMERADOS, ARENITOS E MARGAS DE PICHELEIROS	PERM elevada	Formações Consolidadas	5	7 - 8
C2Ga	CALCÁRIOS E MARGAS DA GALÉ	PERM reduzida	Formações Consolidadas	2	3 - 4
C1Ro	Grés e argilas de Rodízio	PERM muito reduzida	Formações Consolidadas	1	1 - 2
C1FG	Grés e argilas de Fonte Grada	PERM reduzida	Formações Consolidadas	2	3 - 4
C1Ma	FORMAÇÃO DE MACEIRA	PERM muito reduzida	Formações Consolidadas	1	1 - 2
C1VG	Grés, argilas e grés calcários da Guia e Vale de Lobos	PERM reduzida	Formações Consolidadas	2	3 - 4
C1PC	Grés, argilas e grés calcários de Porto da Calada	PERM reduzida	Formações Consolidadas	2	3 - 4
J3Cm	CONGLOMERADOS DA COMENDA	PERM reduzida	Formações Consolidadas	2	3 - 4
J3VR	ARGILAS, GRÉS E CONGLOMERADOS DE VALE DA RASÇA	PERM reduzida	Formações Consolidadas	2	3 - 4
J3Az	CALCÁRIOS DE AZOIA	PERM reduzida	Formações Consolidadas	2	3 - 4
J3A	MARGAS, ARGILAS E CALCÁRIOS COM CALHAUS NEGROS E CONGLOMERADOS DA ARRÁBIDA	PERM muito reduzida	Formações Consolidadas	1	1 - 2
J2Pe	CALCÁRIOS DE PEDREIRAS	PERM muito elevada	Formações Consolidadas	6	9 - 10
Pag	Planos de água	IMPERMEÁVEL		0	0

Tabela 2.2.– Tabela de atributos de carta geológica de Portugal editada com adição de coluna de grupos homogéneos (classe 1) e classes de permeabilidade (classe 2).

A consulta de outras fontes (POE Tejo, Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo (PBHRT) e Quadro de Referência Regional da REN-AML) e o trabalho de campo efectuado permitiu concluir que o substrato “Aluviões” possui permeabilidade muito diferente em função da maior ou menor proximidade ao esteiro do Tejo, sendo necessária nova edição que crie a subdivisão dos diferentes tipos de aluvião.

Constatando-se que as áreas aluvionares integradas no estuário possuem granulometria mais fina, com forte presença de materiais orgânicos e argila, foi efectuada distinção (fig. 2.3) destes relativamente aos que se encontram para montante (constituídos por depósitos arenosos), apoiada na espacialização do índice de recarga efectiva constante no relatório do Quadro de Referência Regional da REN-AML, sendo necessário o complemento dessa informação com trabalho de campo,

atendendo-se ao carácter orientador e à pequena escala dos elementos cartográficos constante nesse Relatório (1:200.000).

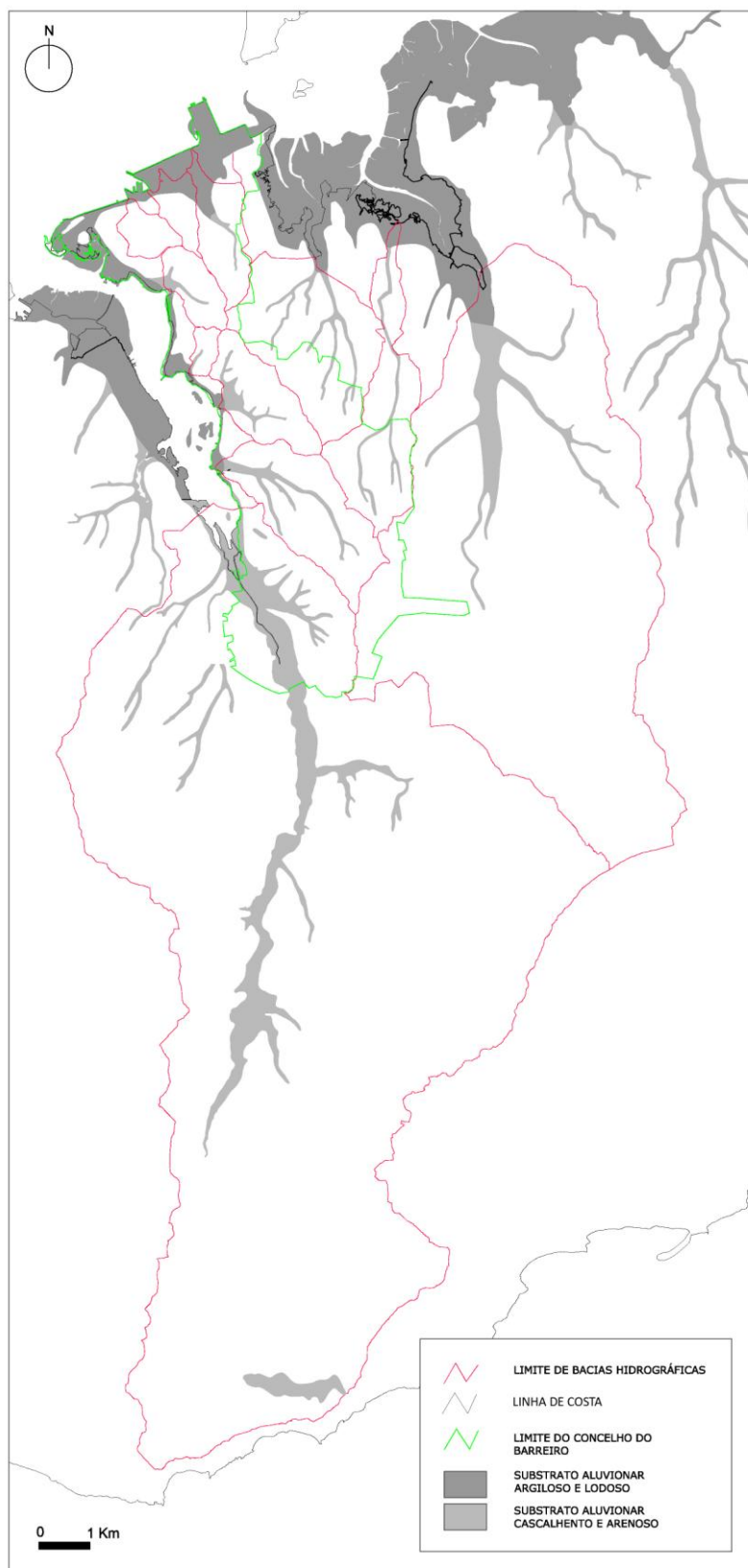


Figura 2.2 – Delimitação, considerada, da transição de aluvião argiloso para arenoso

Para a análise do uso do solo à escala da bacia hidrográfica foi utilizada, como cartografia de base, o levantamento Corine Land Cover de 2006, disponibilizado pelo IGP em formato vectorial.

A tabela de atributos desse ficheiro foi editada (tabela 2.3.) de forma semelhante ao efectuado para a Carta Geológica, definindo-se conjuntos homogêneos (coluna "grupo"), associados a cinco classes de permeabilidade (0; 0,25; 0,5; 0,75 e 1).

CODIGO_CLC06	AREA m ²	NOME	GRUPO	CLASSE
111	2988990,413	TECIDO URBANO CONTÍNUO	URBANO DENSO	0,00
112	557221886,221	TECIDO URBANO DESCONTÍNUO	URBANO DISPERSO	0,25
121	19162800,391	INDÚSTRIA, COMÉRCIO E EQUIPAMENTOS GERAIS	URBANO DENSO	0,00
122	1529167,948	REDES VIÁRIAS E FERROVIÁRIAS E ESPAÇOS ASSOCIADOS	URBANO DENSO	0,00
123	0,000	ÁREAS PORTUÁRIAS	URBANO DENSO	-
124	4435689,981	AEROPORTOS E AERÓDROMOS	URBANO DENSO	0,00
131	8606452,966	ÁREAS DE EXTRACÇÃO DE INERTES	INCULTO	1,00
132	1120824,227	ÁREAS DE DEPOSIÇÃO DE RESÍDUOS	URBANO DENSO	0,00
133	2781389,051	ÁREAS EM CONSTRUÇÃO	URBANO DENSO	0,00
141	0,000	ESPAÇOS VERDES URBANOS	VERDE URBANO	-
142	1166704,494	ZONAS HISTÓRICAS E EQUIP/ DESPORTIVOS, CULTURAIS E DE LAZER E ZONAS HISTÓRICAS	URBANO DISPERSO	0,25
211	8091000,335	CULTURAS TEMPORÁRIAS DE SEQUEIRO	AGRÍCOLAS	0,75
212	5683140,890	CULTURAS TEMPORÁRIAS DE REGADIO	AGRÍCOLAS	0,75
213	0,000	ARROZAIAS	AGRÍCOLAS	-
221	4592263,983	VINHAS	AGRÍCOLAS	0,75
222	1205784,053	POMARES	AGRÍCOLAS	0,75
223	1629675,185	OLIVAIS	AGRÍCOLAS	0,75
231	0,000	PASTAGENS PERMANENTES	AGRÍCOLAS	-
241	965452,311	CULTURAS TEMPORÁRIAS OU PASTAGENS ASSOC/ A CULTURAS PERMANENTES	AGRÍCOLAS	0,75
242	28302373,689	SISTEMAS CULTURAIS E PARCELARES COMPLEXOS	AGRÍCOLAS	0,75
243	18465471,378	AGRICULTURA COM ESPAÇOS NATURAIS E SEMI-NATURAIS	MISTO AGRÍCOLA-NATURAL	0,75
244	1311511,499	SISTEMAS AGRO-FLORESTAIS	AGRÍCOLAS	1,00
311	6060476,333	FLORESTAS DE FOLHOSAS	SILVÍCOLAS	1,00
312	60124669,807	FLORESTAS DE RESINOSAS	SILVÍCOLAS	1,00
313	19592615,969	FLORESTAS MISTAS	SILVÍCOLAS	1,00
321	2902982,459	VEGETAÇÃO HERBÁCEA NATURAL	NATURAL	0,75
322	0,000	MATOS	NATURAL	-
323	28657287,206	VEGETAÇÃO ESCLERÓFILA	NATURAL	1,00
324	61210067,882	FLORESTAS ABERTAS, CORTES E NOVAS PLANTAÇÕES	SILVÍCOLAS	0,75
331	0,000	PRAIAS, DUNAS E AREAIS	INCULTO	-
332	395089,833	ROCHA NUA	INCULTO	1,00
333	0,000	VEGETAÇÃO ESPARSA	INCULTO	-
334	0,000	ÁREAS ARDIDAS	INCULTO	-
335	0,000	NEVES ETERNAS E GLACIARES	HUMIDOS	-
411	0,000	PAÚIS	HUMIDOS	-
412	0,000	TURFEIRAS	HUMIDOS	-
421	3018565,806	SAPAIS	HUMIDOS	0,00
422	3284601,899	SALINAS E AQUACULTURA LITORAL	HUMIDOS	0,00
423	1790066,823	ZONAS ENTRE-MARÉS	HUMIDOS	0,00
511	0,000	CURSOS DE ÁGUA	HUMIDOS	-
512	0,000	PLANOS DE ÁGUA	HUMIDOS	-
521	0,000	LAGOAS COSTEIRAS	HUMIDOS	-
522	419581594,312	DESEMBOCADURAS FLUVIAIS	HUMIDOS	0,00
523	24114281583,100	OCEANO	HUMIDOS	0,00

Tabela 2.3 – Tabela de atributos de carta CLC06 editada com adição de coluna de grupos homogêneos e classes de permeabilidade

Os valores indicados permitem que, do processo de multiplicação desse mapa com o mapa de classes de permeabilidade da litologia, resulte um depuramento do nível de permeabilidade do substrato em função do uso do solo, ou seja, os valores das classes de litologia multiplicados por 1 permanecerão iguais, os multiplicados por 0,75 serão reduzidos em 25%, e assim sucessivamente até à multiplicação por zero que, naturalmente, anulará qualquer classe de permeabilidade que o substrato litológico possua.

Esclarece-se que foi necessário estabelecer uma tipologia mista, de uso agrícola e espaço natural indiferenciado, por se verificar a existência dessa particularização na nomenclatura CLC06 e de ser bastante representativa na área de estudo.

Esclarece-se, igualmente, que as tipologias de usos definidas na nomenclatura CLC06 que não integram a área de estudo, estão identificadas na coluna “área” com o valor zero, sendo irrelevante a classe de permeabilidade e, como tal, não indicada na coluna “classes”.

Os diferentes usos foram agrupados em função das classes de permeabilidade obtendo-se: desde a total impermeabilização, verificada nas áreas urbanas densas e das áreas cobertas por água, à permeabilidade muito elevada verificada, principalmente, nas áreas florestais uma vez que a protecção da copa das árvores relativamente à precipitação favorece a infiltração da água no solo.

Relativamente a essa relação entre densidade da vegetação protectora e infiltração de água no solo, seria importante diferenciar as áreas silvícolas quanto ao grau de cobertura do solo, tal como sucedia na Carta de Ocupação de Solo de Portugal de 1990. Na falta dessa diferenciação foi atribuída uma classe uniforme de 1, às áreas florestais.

A tabela 2.3 identifica a associação entre classes de permeabilidade e usos definidos na nomenclatura CLC06 tendo sido criado, no software ARCGIS, o mapa correspondente, associado a esse atributo. Esse mapa será conjugado com o mapa de classes de permeabilidade da litologia, por multiplicação resultando um mapa que será designado de “Permeabilidade Composta”, de onde será obtida a contabilização da área afectada a cada uso, em cada uma das bacias estudadas, através do “recorte” dos polígonos rasterizados dessas bacias que gera uma tabela de atributos para cada uma.

2.6. Elaboração de perfis longitudinais

A elaboração de perfis longitudinais das linhas de água principais, que serão cruzados com a informação sintetizada relativa ao substrato litológico e ao uso do solo, foi efectuada num software de desenho CAD, de forma não automática e com utilização de dados obtidos nos procedimentos de elaboração de bacias e da rede, validados (ou corrigidos) através da análise da Carta Militar de Portugal em formato Raster.

A determinação dos troços homogéneos foi efectuada com apoio do software de desenho CAD, sobrepondo o traçado em planta do curso de água principal de cada bacia, com a carta de altimetria. Foi determinado o comprimento do troço do curso de água entre cada curva de nível (desnível de 10 m) e utilizada a fórmula de **Horton** para determinar o declive desse troço.

$$Dc = \frac{Dh}{Ch} \times 100$$

Em que **Dc** corresponde ao declive, gradiente ou inclinação em %, **Dh** ao desnível, que será constante (10 m) no presente cálculo, e **Ch** ao comprimento do troço entre duas curvas de nível.

Os troços entre curvas de nível que obtinham valor idêntico ao calculado para o troço a montante, determinavam a existência de um **troço homogéneo** que engloba os dois (ou vários) troços entre curvas de nível com valores de declive idêntico.

2.7. Determinação do Tempo de Concentração das bacias hidrográficas

Foi calculado o **Tempo de Concentração** das bacias segundo a fórmula de **Temez**, que tem apresentado resultados coerentes nas pequenas bacias hidrográficas da região de Lisboa (Correia, 1983 *in* Leal, 2011).

$$T_c = 0,3 \left(\frac{Ch}{I^{0,25}} \right)^{0,76}$$

Em que **T_c** corresponde ao Tempo de Concentração em horas, **Ch** ao comprimento do curso de água principal em km e **I** a inclinação média do curso de água principal em Km/km.

O cálculo da **Inclinação média**, ou declive médio, de cada curso de água principal foi, por sua vez, determinado considerando a divisão do desnível do curso de água e o comprimento total, da cabeceira à descarga no estuário, ou seja, segundo a fórmula de Horton indicada em 2.6.

Para analisar a influência do aumento da área urbanizada na alteração do tempo de concentração das bacias utilizou-se uma fórmula que considera um factor de ponderação K, cujo valor está relacionado com a permeabilidade composta, ou seja, a que considera o uso do solo e a litologia conjuntamente.

A fórmula considerada adequada foi a do DNOS:

$$T_c = \frac{10}{K} \cdot \frac{A^{0,3} \cdot Ch^{0,2}}{I^{0,4}}$$

Em que T_c é o Tempo de Concentração, em minutos, A é a área da bacia em hectares, Ch é o comprimento do curso de água principal em metros, I é a inclinação média do curso de água principal em ‰ e K o factor de ponderação referido, considerando-se, adaptado de Ramos (2009):

K= 2,0 quando a permeabilidade é muito elevada

K= 3,0 quando a permeabilidade é elevada

K= 4,0 quando a permeabilidade é variável a elevada

K= 4,5 quando a permeabilidade é variável a reduzida

K= 5,0 quando a permeabilidade é reduzida

K= 5,5 quando a permeabilidade é nula ou muito reduzida

Os valores de K foram atribuídos, às diferentes bacias, em função das classes de permeabilidade composta obtidas em **2.5.2. Uso do solo**. A atribuição do valor de K para a situação em 1950 considera os procedimentos seguidos no ponto seguinte.

2.8. Identificação da evolução da área urbanizada

A análise da influência antrópica na evolução dos sistemas hidrográficos estudados assentou na avaliação do aumento da área urbanizada dentro das bacias hidrográficas de menor área entre 1950 e 2005.

A criação do mapa em questão foi efectuada com base na interpretação de ortofotomapas do Instituto Geográfico Português, com escala original 1:5000 e baseado em fotografias aéreas tiradas em 2005 (Orto 2005), e de cartas do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica (CGPR), disponibilizado pelo IGP em http://www.igeo.pt/servicos/cic/cad_seccoes.asp, em formato Raster e que corresponde a um inventário dos prédios rústicos, iniciado na década de 20 do século XX e que tem vindo a ser ajustado e actualizado.

A data referida (1950) baseia-se parcialmente em Roque et al (2005) onde se indica que a elaboração do levantamento se iniciou nos anos 20 do século XX e que a data da publicação do cadastro dos concelhos da Península de Setúbal, estudados neste ponto, é de 1970. Essa informação foi cruzada com a contabilização do nº de processos relativos a obras de edificação que deram entrada na Câmara desde que se iniciou esse tipo de compilação dos procedimentos administrativos (1923) concluindo-se que a situação reportada no CGPR é anterior à data da publicação em, pelo menos, 20 anos.

Verifica-se que ocorreu um notório incremento de processos administrativos entre 1950 e 1970 (Fig. 2.4) que, considerando-se uma duração média de 10 anos para obtenção de licenças, execução da obra e ocupação das edificações, está ajustado ao incremento demográfico verificado entre as décadas de 60 e 80 no concelho do Barreiro (fonte INE). Considera-se, portanto, admissível que a situação reportada no CGPR nos concelhos estudados seja prévia ao incremento de edificações, prontas a habitar, que terá ocorrido a partir de 1950.

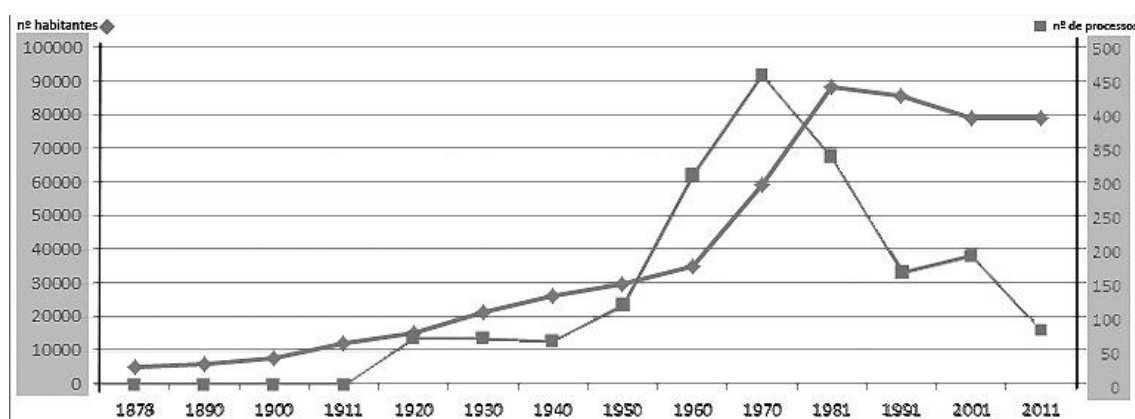


Figura 2.3 – Comparação entre a população residente e as (INE) entradas de processos de licenciamento de edificações na CMB (fonte: aplicação informática de gestão de processos SIGMA-URB) Atenção: falta a legenda das curvas.

Considerou-se adequada a sobreposição da informação, apesar da diferença de escalas, do Ortofotomapa com o CGPR, uma vez que o ortofotomapa, apesar de ter indicada a escala de base 1:5000, apresenta detalhe suficiente para ser confrontado com o CGPR (escala 1:2000).

O CGPR utilizado não abrange as bacias de maiores dimensões (Coima e Sete Fontes) pela extrema morosidade da consulta de todas as secções cadastrais integradas na área referida. Optou-se por restringir a análise à consulta de 95 Secções, distribuídas pela matriz cadastral de 5 concelhos, e estudar a influência antrópica apenas nessas bacias de menores dimensões. Mantém-se, no entanto, a relevância de comparar o levantamento do CGPR em formato Raster com os ortofotomapas recentes para a totalidade da área de estudo.

2.9. Elaboração de rede preliminar de EEM e integração das linhas de água

A identificação da área urbanizada, ou "áreas artificializadas", de acordo com a terminologia do Corrine Land Cover (CLC), é um elemento fundamental para a elaboração de cartografia de apoio à criação de uma Estrutura Ecológica Municipal.

Seguindo-se, no que diz respeito ao conceito, a metodologia definida nos Estados Unidos da América e seguida no projecto "Rede de Corredores Verdes para a Área Metropolitana de Lisboa" (Machado et al, 1997) a definição de uma EE para o concelho do Barreiro iniciou-se com o mapeamento das áreas intersticiais, ou vazios entre as áreas urbanizadas, de que resultou uma **Rede Preliminar**.

Refere-se que a adopção da metodologia "gap analysis" se restringiu ao **conceito**, pelo facto da delimitação dessas áreas ter sido executada de forma manual, no programa de desenho AUTOCAD, ainda que se reconheça a obsolência do processo, possível apenas pela área reduzida do concelho.

Em concelhos de área maior e em regiões, como a AML, o recurso a processos automáticos e semi-automáticos de aquisição de informação (Rocha et al, 1999) seria incontornável, devendo estar previsto o custo acrescido que implica, no processo de elaboração da EE pelos municípios.

Resta referir que a etapa de definição da EEM, em que o presente relatório se detém, corresponde ao cruzamento da rede hidrográfica (obtida de acordo com os procedimentos seguidos em **2.1. Identificação da rede hidrográfica estruturante**) com a Rede Preliminar, finalizando-se com a identificação das áreas em que a área urbanizada sobrepõe as linhas de água, igualmente de forma manual, no programa AUTOCAD.

3. ANÁLISE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS

3.1. O ambiente físico da área de estudo

A área de estudo localiza-se na península de Setúbal, uma área aplanada, com inclinação suave, de sudoeste para nordeste, elevando-se abruptamente junto ao extremo sul para formar a Cadeia da Arrábida.

A área de estudo integra a linha de água mais importante da Península de Setúbal (Rio Coina), que praticamente a atravessa de sul para norte e cuja bacia hidrográfica é, por si só, marcadamente representativa dessa unidade geográfica.

Considerando que a área de estudo integra também a bacia de outro eixo drenante importante (Vala das Sete Fontes), encontra-se reforçada a dimensão regional da área de estudo, independentemente da área reduzida das restantes 10 bacias.

O conjunto das 12 bacias hidrográficas ocupa, exactamente, o terço central da península de Setúbal e estende-se, na mesma proporção, pelas duas **unidades morfoestruturais** que compõem a dita península: a Bacia Cenozóica do Tejo e Sado (ocupando a sua maior área) e o pequeno resquício da Orla Sedimentar Mesoceno-zóica Ocidental, que corresponde à Cadeia da Arrábida.

Na área de estudo, como na península de Setúbal, existe um contraste acentuado entre a vasta área de espessa acumulação de materiais detríticos pouco consolidados, terciários e quaternários, e a unidade distinta composta de materiais carbonatados e detríticos que a delimita pelo lado sul e cuja estrutura foi sujeita a sucessivos movimentos de enrugamento e erosão que condicionaram as formas de relevo.

Reduzindo-se a escala de análise da península para a área em estudo detectam-se, de sul para norte, quatro **unidades morfológicas** distintas:

1. A Serra da Arrábida, propriamente dita, composta por um conjunto de relevos mais elevados com uma orientação geral ENE-WSW, culminando a 501 m de altitude no v.g. do Formosinho, os quais são delimitados, a sul, por vertentes costeiras abruptas, que se estendem entre Sesimbra e o Portinho da Arrábida. Esta unidade morfológica, que integra essencialmente formações jurássicas, encontra-se bastante fracturada, quer por acidentes que definem a orientação geral da serra, quer por outros que lhe são perpendiculares, de orientação NNE-SSW. É na vertente norte da Serra da Arrábida que se encontram as cabeceiras das linhas de água que originam a Ribeira de Coina, sendo uma das principais a que desce a vertente oeste do Formosinho e atravessa, no sentido longitudinal este/oeste, uma pequena depressão encaixada, a cerca de 160 m de altitude, entre o monte do Formosinho e o Píncaro (fig 3.1.) inflectindo repentinamente para norte, aproveitando uma falha. Esta depressão, talhada em calcários muito carsificados (Calcários de Pedreiras) e preenchida por aluviões de base arenosa, funciona como uma área de infiltração máxima muito importante.



Figura 3.1 – Terras do Risco e Píncaro (Setembro de 2011)

2. A norte da Serra da Arrábida encontra-se uma depressão ortoclinal, entre 100 e 120 m de altitude, que se desenvolveu numa extensa faixa de substrato conglomerático do Jurássico superior (Conglomerados de Comenda) e formações detríticas do Cretácico, com calcários, grés e argilas. Esse substrato pouco permeável encontra-se ocasionalmente coberto com a formação arenosa do final do Terciário (Areias de Santa Marta) (fig 3.2). A rede hidrográfica pertencente à bacia do Rio Coina é constituída por cursos de água cataclinais, contrariamente à que drena a depressão para leste, tipicamente ortoclinal.
3. Delimitando, a norte, a depressão anterior, encontra-se um alinhamento de relevos, cujos topos vêm as suas altitudes aumentar de oeste para este (160 a 250 m de altitude) e que culminam no v.g. de São Francisco, a 257 m de altitude. Estes relevos em estrutura monoclinal, dos quais se destacam as costeiras, e que se iniciam no Alto das Necessidades e terminam em Palmela, possuem as respectivas cornijas talhadas em materiais carbonatados paleogénicos e miocénicos. A deformação expôs as camadas mais brandas do substrato do Terciário à acção da erosão, originando uma depressão ao longo do topo da costeira, fazendo desta uma costeira dupla, onde encaixam as muitas cabeceiras das linhas de água, antes destas inflectirem para norte e se precipitarem pela vertente abrupta da Serra de São Francisco. Independentemente da evidente responsabilidade dos cursos de água cataclinais da rede do Coina, na dissecação das costeiras a Sudoeste do Alto das Necessidades, verifica-se que a bacia hidrográfica se estende para noroeste, ficando contígua ao sector inicial do segundo maior sistema hidrográfico da área de estudo (Sete Fontes) e, contribuindo, porventura, para o excesso de “fontes” que lhe é indevidamente atribuído.
4. A norte da unidade morfológica anterior existe uma extensa planície, que se estende desde a base dos relevos mencionados até ao estuário do Tejo, integrando 80% da área de estudo. Integra formações essencialmente arenosas do Pliocénico com deposição, sobre essa base, da Formação de Marco Furado, no início do Quaternário. Verifica-se que a presença de ferro, que confere a cor avermelhada a esta formação, permitiu alguma agregação dos materiais e consequente resistência à erosão, contribuindo para a moldagem do relevo uma vez que as únicas elevações na vasta planície permanecem nesta formação (fig 3.2). Esta unidade tem um ligeiro pendor para norte, desde a cota 100 até à cota zero, nas margens do estuário do Tejo. A conjugação da neotectónica, que afectou a região, e das variações eustáticas, durante o Quaternário, provocou o entalhe da rede hidrográfica nesse substrato brando e pouco consolidado, sendo os vales preenchidos com

aluviões ao longo do Holocénico. O assoreamento formou pequenas planícies aluviais nos troços das linhas de água de maior competência.

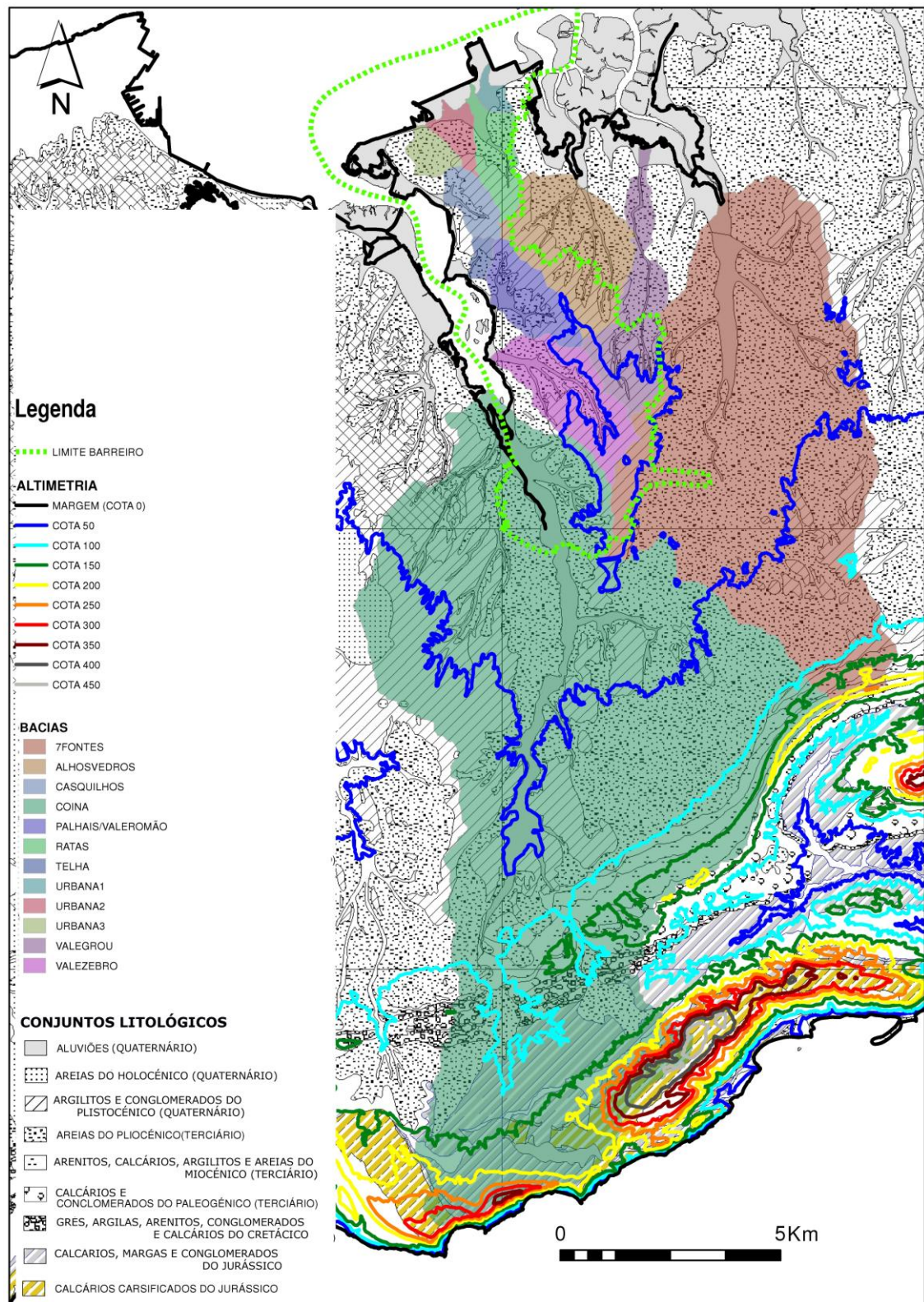


Figura 3.2– Altimetria e litologia da área estudada

3.2. Os factores condicionantes do sistema hidrográfico

A delimitação das bacias hidrográficas da rede que drena o Concelho do Barreiro, tomando como secções de referência, os pontos de descarga dessas linhas no estuário do Rio Tejo, possibilitou a obtenção de dados morfométricos primários (tabela 3.1), cuja análise e conjugação permitem explicar, por si só, diferenças de comportamento nos sistemas hidrográficos que as integram.

A caracterização será tanto mais sofisticada quantos mais factores condicionantes forem estudados, sendo, no entanto, possível obter uma caracterização rigorosa com evidente utilidade para o planeamento e gestão do território, através da análise de um conjunto relativamente reduzido de factores e da sua combinação, de modo a definir índices morfométricos.

NOME DO CURSO PRINCIPAL DA BACIA HIDROGRÁFICA	ÁREA Km ²	PERÍMETRO Km	COMPRIM/ DA BACIA Km	COMPRIM/ TOTAL DOS CURSOS DE ÁGUA (segundo IGeoE) Km	ALTITUDE MÁXIMA DA BACIA m	ALTITUDE MÍNIMA DA BACIA m
RIO COINA	104,67	59,53	19,01	2679,97	500	0
RIBEIRA DE VALE ZEBRO	4,88	11,27	3,88	164,92	74	0
VALA DE PALHAIS/VALE ROMÃO	2,76	7,91	2,17	61,04	54	0
VALA DA TELHA	0,43	2,99	1,04	13,52	41	0
VALA DOS CASQUILHOS	1,34	5,16	1,36	6,25	41	0
VALA URBANA 1	0,46	3,60	1,24	0,00	10	0
VALA URBANA 2	0,98	5,50	1,71	0,00	30	0
VALA URBANA 3	0,93	4,07	1,41	0,00	20	0
VALA DAS RATAS	2,08	8,20	3,28	27,96	40	0
VALA DE ALHOS VEDROS	6,83	11,67	3,71	147,14	54	0
VALA DE VALE GROU	5,06	16,17	6,23	125,30	64	0
VALA DE SETE FONTES	45,90	35,90	11,50	750,63	250	0

Tabela 3.1– Dados morfométricos primários das bacias hidrográficas

Esses factores considerados fundamentais são a geometria das bacias, a sua rede de drenagem, o relevo e, considerando uma componente não morfométrica, a permeabilidade da superfície e da própria zona vadosa.

Foi, de entre estes factores, que a Lei da REN elegeu aqueles considerados determinantes para a "sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre" à escala nacional, permitindo o estabelecimento de uma rede estruturante de linhas de água, que assegurem o funcionamento continuado dos sistemas hídricos e a gestão do risco de cheias.

A escala **nacional** de harmonização de critérios para a integração de linhas de água na Reserva Ecológica Nacional, estabelecida pela Comissão Nacional da Reserva Ecológica Nacional (CNREN), elegeu a área da bacia e a hierarquia dos cursos de água, como componentes fundamentais dos sistemas, estabelecendo o limiar de 3,5 km², acima do qual todas as bacias hidrográficas deveriam ser integradas em REN. Foi igualmente definido um nº de ordem hierárquica dos cursos de água (3), a partir da qual esses cursos, e respectivas margens, deveriam estar abrangidos pela referida delimitação (CNREN, 2010). Verifica-se, no entanto, que a publicação dos critérios na

RCM nº 81/2012 de 3 de Outubro, apenas integrou a área de drenagem dos cursos de água de 3,5 km² como critério fundamental.

A transição da “harmonização de definições e os critérios para a delimitação da REN”, estabelecida ao nível nacional, para os Quadros de Referência Regional, promovidos pelas Áreas Metropolitanas (escala **regional**), correspondem a uma depuração e redução de escala de análise, que deverá ser um processo continuado, até ao nível concelhio e local, servindo os limiares indicados nesses documentos apenas como directivas estratégicas, que deverão ser desenvolvidas nos estudos de nível **operativo** (escala municipal).

Para a AML foi estabelecida uma área mínima de acumulação, considerando a área drenada a montante, de 4 km² e que os cursos de água deveriam ser considerados até à cabeceira (Ramos *et al*, 2010). Foi elaborada cartografia de referência mas manteve-se, por se tratar de uma análise regional, uma escala nos documentos orientadores demasiadamente reduzida (1:200.000) para a sua utilização directa na delimitação, prevista nos processos de revisão dos Planos Directores Municipais de 1ª geração, das Reservas Ecológicas Nacionais e Municipais. Para o desenvolvimento dos estudos subjacentes à delimitação da REN municipal e da EEM, o ambiente físico deve, obrigatoriamente, ser analisado na escala adequada à área de cada concelho.

Os factores condicionantes do funcionamento do sistema hidrográfico abordados, de forma combinada e generalista, na caracterização do ambiente físico, serão seguidamente analisados, mais especificamente, de forma a definir um conjunto de indicadores e a sua distribuição espacial.

Esses indicadores englobam:

- o relevo, que corresponde à componente hipsométrica das bacias;
- a geometria das bacias (área, comprimento e forma);
- as características da rede de drenagem (hierarquia e densidade);
- as características do substrato, que determinam a sua permeabilidade, influenciam a perda de parte da água, por infiltração, no terreno.
- a conjugação dos factores referidos, que influenciam o tempo de concentração, ou o tempo que uma gota de água demora a percorrer a bacia desde o ponto mais afastado da secção de referência até esse ponto final (Ramos, 2009), sendo os valores obtidos analisados no final do presente capítulo.

Tanto a duração do percurso total da água que escoar superficialmente, como a perda por infiltração, são abordadas numa perspectiva de uniformidade das condições climáticas desencadeantes dos fenómenos de cheias e secas, ou seja, considerando que a entrada de água no sistema hidrográfico, derivada da precipitação, ocorre de forma homogénea na totalidade da área da bacia e em todas as bacias consideradas.

Na área de estudo, este princípio não se aplica aos sectores iniciais das bacias do Coina e de Sete Fontes, mas a integração, da totalidade da área do concelho do Barreiro, na unidade morfológica “planície”, onde não ocorrem variações relevantes desta condicionante exterior do funcionamento do sistema (clima), contribuiu para a exclusão do clima como factor a analisar no presente estudo, conforme já foi referido em **2. METODOLOGIA**.

3.2.1. Área da bacia

A área das bacias corresponde à componente de geometria de aceção mais imediata, uma vez que influencia directamente a quantidade de água que circula no sistema de drenagem, verificando-se que, nas mesmas condições climáticas, uma bacia com maior área produz um escoamento mais elevado.

Justifica-se, portanto, a atribuição de maior ou menor importância às redes hidrográficas, em função da diferença de área das várias bacias e a preponderância do Rio Coina, relativamente às restantes linhas de água estudadas, pelo mero facto de possuir a bacia hidrográfica mais extensa.

A heterogeneidade entre as bacias estudadas não se restringe ao factor “área” sendo, no entanto, uma das componentes influenciadoras do comportamento das linhas de água, onde as diferenças são mais evidentes e onde a definição de agrupamentos homogêneos de bacias é mais imediata.

Existe, portanto, uma diferença considerável entre o grupo das duas bacias (Coina e Sete Fontes) de dimensão regional e as restantes (tabela 3.2) verificando-se, que entre as passíveis de integração em REN, apenas a Ribeira de Vale Zebro possui a totalidade da sua área de bacia dentro do concelho do Barreiro.

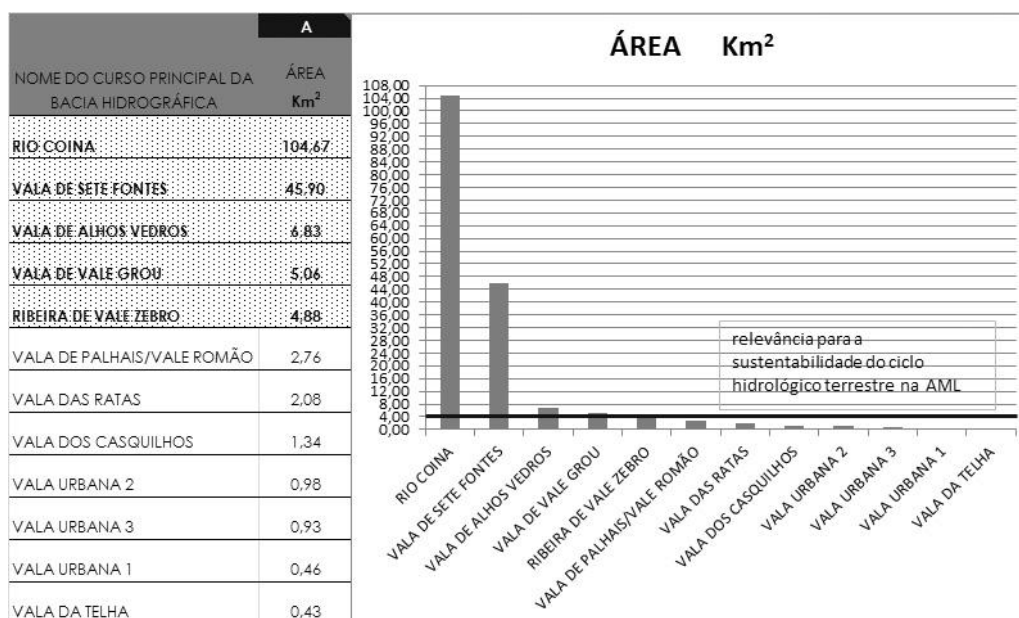


Tabela 3.2 – Área das diferentes bacias estudadas

O conjunto das bacias passíveis de integração em REN, ou seja, com área superior a 3,5 km², poderá, por sua vez, ser dividido em dois subconjuntos distintos, em função da área:

- bacias com mais de 40 Km² (Coima e Sete Fontes), que atravessam vários concelhos possuindo, por esse facto, dimensão regional;
- bacias com áreas > 3,5 km² e próximas dos 5 Km² (Alhos Vedros, Vale Grou e Vale Zebro).

3.2.2. Forma da bacia

A forma da bacia é outra condicionante fundamental do comportamento das bacias, que permite estabelecer uma hierarquia de susceptibilidade a cheias de fácil aceção, no caso das pequenas bacias de drenagem.

A maioria das bacias estudadas são, segundo a fórmula de Horton, alongadas (tabela 3.3), o que indica uma capacidade de drenagem progressiva e uniforme, uma vez que vão confluindo, ao longo do troço principal, tributários ou subsistemas hierarquicamente pouco relevantes, os canais escoam a água proveniente da precipitação sem que exista uma acumulação exagerada do escoamento nas confluências principais.

NOME DO CURSO PRINCIPAL DA BACIA HIDROGRÁFICA	Factor Forma (Horton)
VALA DE VALE GROU	0,1
VALA DAS RATAS	0,2
RIO COINA	0,3
VALA URBANA 1	0,3
RIBEIRA DE VALE ZEBRO	0,3
VALA URBANA 2	0,3
VALA DE SETE FONTES	0,3
VALA DA TELHA	0,4
VALA URBANA 3	0,5
VALA DE ALHOS VEDROS	0,5
VALA DE PALHAIS/VALE ROMÃO	0,6
VALA DOS CASQUILHOS	0,7

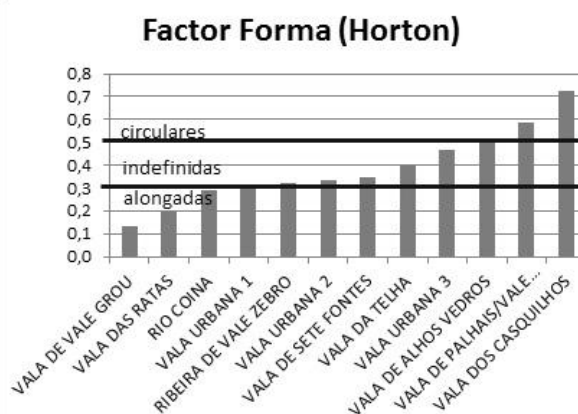


Tabela 3.3 – Factor Forma (Horton)

Recorrendo a um indicador que relaciona a área da bacia com o perímetro e não com o comprimento constata-se que as bacias são maioritariamente compactas (Tabela 3.4).

NOME DO CURSO PRINCIPAL DA BACIA HIDROGRÁFICA	Coefficiente de Compacidade Índice de Gravellius
VALA DE VALE GROU	2,0
RIO COINA	1,6
VALA DAS RATAS	1,6
VALA URBANA 2	1,6
VALA URBANA 1	1,5
VALA DE SETE FONTES	1,5
RIBEIRA DE VALE ZEBRO	1,4
VALA DE PALHAIS/VALE ROMÃO	1,3
VALA DA TELHA	1,3
VALA DE ALHOS VEDROS	1,3
VALA DOS CASQUILHOS	1,2
VALA URBANA 3	1,2

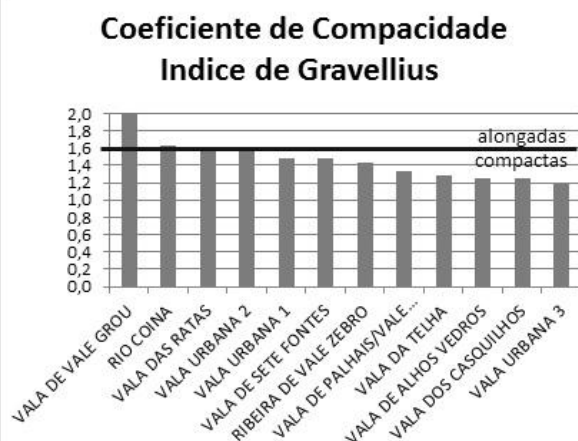


Tabela 3.4 – Índice de compacidade (Gravellius)

Apesar dessa aparente incongruência existe uma correspondência, em ambos os índices, entre as bacias consideradas mais alongadas e as menos circulares ou compactas (Vale Grou e Ratás).

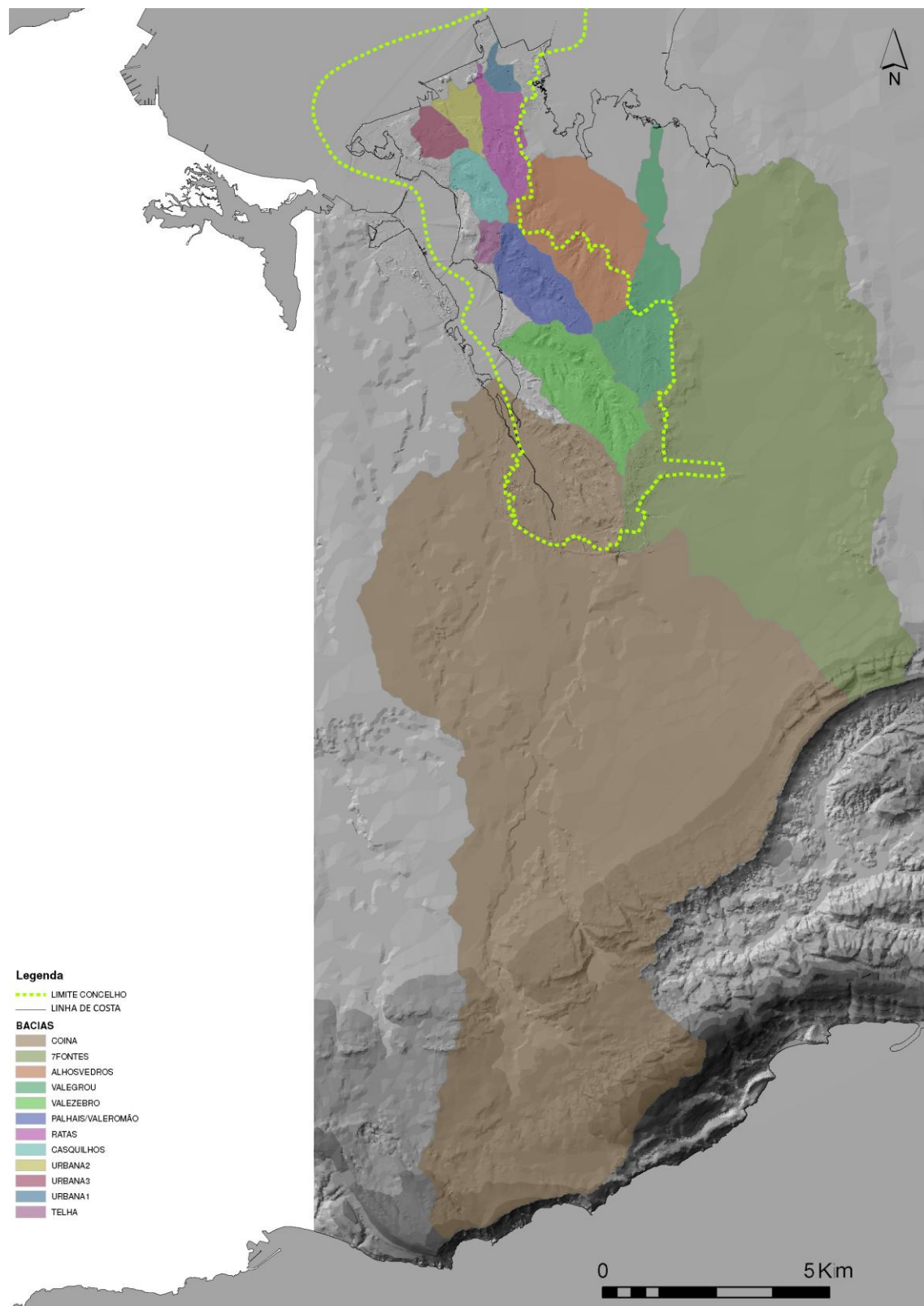


Figura 3.3 – Forma das bacias integradas na área de estudo

Considerando a proporção da área de cada bacia, distribuída pelos patamares altitudinais de 0 a 50m, de 50 a 100m e >100m, verifica-se que:

- as bacias Urbanas 1, 2 e 3, a das Ratas, a dos Casquilhos e a de Telha não atingem a cota 50m;
- as bacias de Alhos Vedros e Palhais/Vale Romão possuem percentagens inferiores a 10% da sua área acima dessa cota;
- as bacias de Vale Zebro, Vale Grou e Sete Fontes possuem, aproximadamente, 40% de área acima da cota 50m;
- a bacia do Coina possui uma divisão proporcionada de área distribuída pelos 3 patamares, ou seja: cerca de 35% abaixo de 50m, 30% entre 50 e 100m, e 35 % acima de 100m.

Na distribuição das altitudes pela área das bacias, acima indicada, deve considerar-se, complementarmente, que a área da bacia das Sete Fontes, acima da cota 50, integra a unidade "costeiras" e que a bacia do Coina integra essa mesma unidade a sudeste e, no extremo sul, a unidade "serra", ambas apresentando declives acentuados (fig. 3.4).

Conforme já se referiu, a cadeia da Arrábida eleva-se bruscamente junto ao limite sul da Península de Setúbal, potenciando a entrada de água nos sistemas que possuem cabeceiras nessa formação montanhosa (Rio Coina e Vala das Sete Fontes), pelo efeito orográfico na precipitação e incrementando, fundamentalmente, a velocidade de escoamento da água, que escorre pelas vertentes, devido ao aumento acentuado dos declives.

O declive, mais do que a altitude, é um factor condicionante especialmente relevante para a identificação de áreas susceptíveis ao desencadeamento de cheias rápidas, uma vez que interfere com a capacidade de transporte de sedimentos pelos cursos de água, passível de originar alterações morfológicas ao longo da rede de drenagem.

A análise do mapa de declives (fig 3.4) permite uma identificação imediata dos entalhes das linhas de água e confirmar a divisão da área de estudo em quatro unidades morfológicas (ou de relevo), de sul para norte (Serra, Depressão, Costeiras e Planície), assim como algumas especificidades de cada unidade, ou seja:

1. a pequena depressão das Terras do Risco que separa, na unidade Serra, o Formosinho (topo da Serra da Arrábida) e o alto do Píncaro;
2. o aplanamento em toda a unidade Depressão;
3. a erosão gradual das costeiras derivada do entalhe das linhas de água cataclinais do sector inicial da bacia do Coina;
4. o maior entalhe das bacias que drenam para o sector oeste do concelho do Barreiro (Vale Zebro, Palhais/Vale Romão, Telha e Casquilhos) relativamente às que drenam para o sector oriental (Vale Grou e Alhos Vedros) e norte (Urbanas e Ratas).

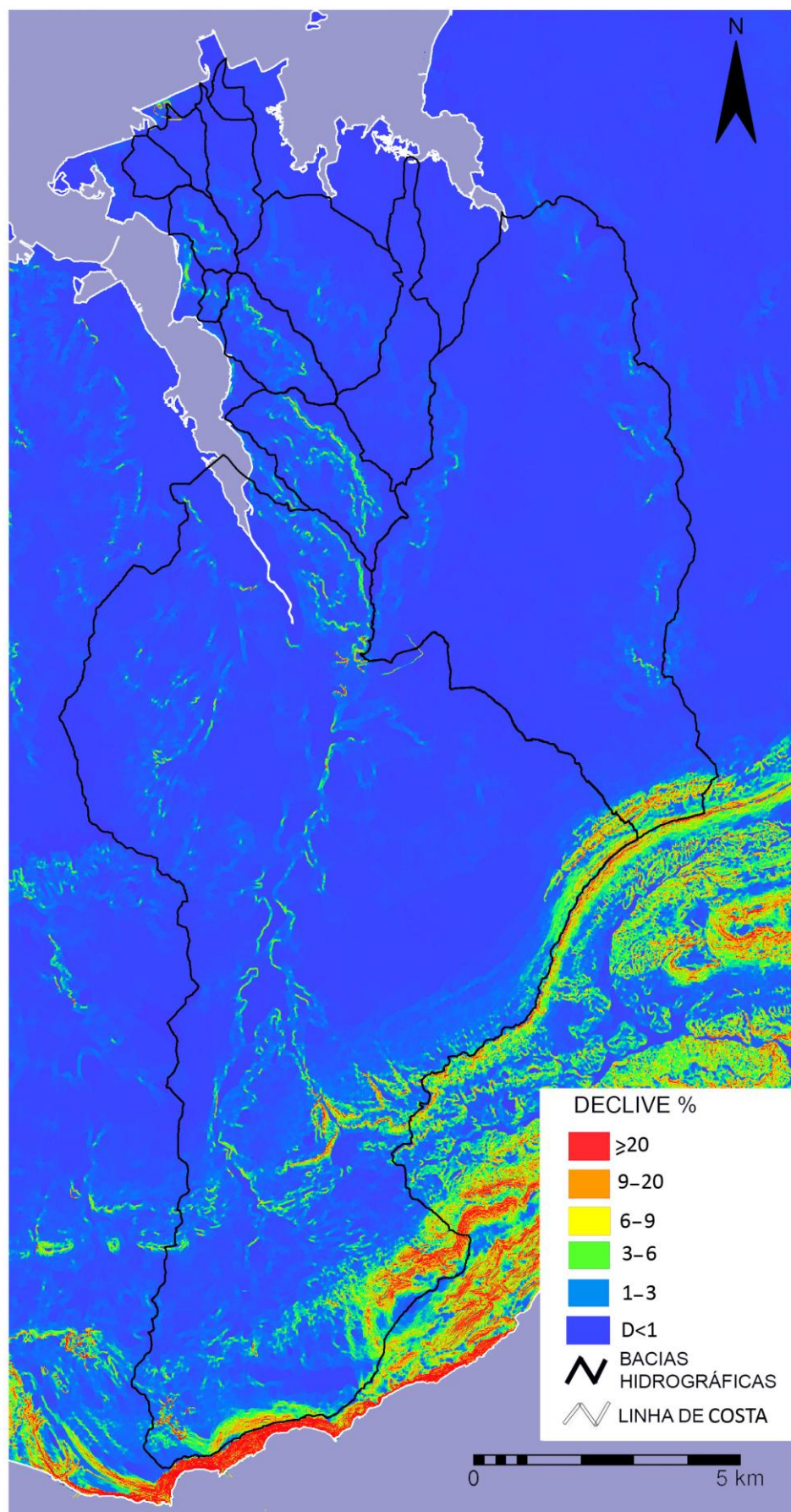


Figura 3.4 – Mapa de declives das bacias estudadas

As componentes das bacias relacionadas com a tridimensionalidade (e o declive em particular), são as de quantificação mais complexa. Insiste-se, de novo, que a consideração deste factor é incontornável, em complemento à área das bacias hidrográficas e à hierarquia dos cursos de água, para determinar a susceptibilidade de um determinado território ao fenómeno das cheias.

A determinação do Índice de Rugosidade (tabela 3.5), que oferece uma noção do entalhe de cada bacia pelas linhas de água que a drenam, permite, novamente, demarcar a bacia do Coína e da Vala de Sete Fontes relativamente às demais. Permite, paralelamente, demarcar a maior rugosidade das bacias que drenam para oeste da área de estudo, em relação às que drenam para nordeste.

No entanto, da análise da tabela 3.5, detectamos algumas situações que não se conformam com o acima referido, como no caso da bacia dos Casquilhos onde o baixo valor obtido não é coerente com a representação notoriamente entalhada no mapa de declives (fig 3.4), devido ao facto da rede do IGeoE (utilizada no cálculo) não representar as linhas de água que foram eliminadas pelo processo de urbanização. Pela mesma razão, as bacias urbanas 1, 2 e 3 obtêm valor nulo e a bacia de Vale Grou, pouco entalhada, mas onde abundam valas artificiais de irrigação, obtêm um valor demasiado alto. Torna-se necessário, nestes casos, considerar pouco fiáveis os valores obtidos e complementar a análise destes índices, que consideram a rede hidrográfica constante na Carta Militar, com a verificação da distinção entre áreas sujeitas à acção antrópica (urbanização e aproveitamento agrícola) e as que possuem um substrato permeável, uma vez que a rede do IGeoE não considera essas especificidades.

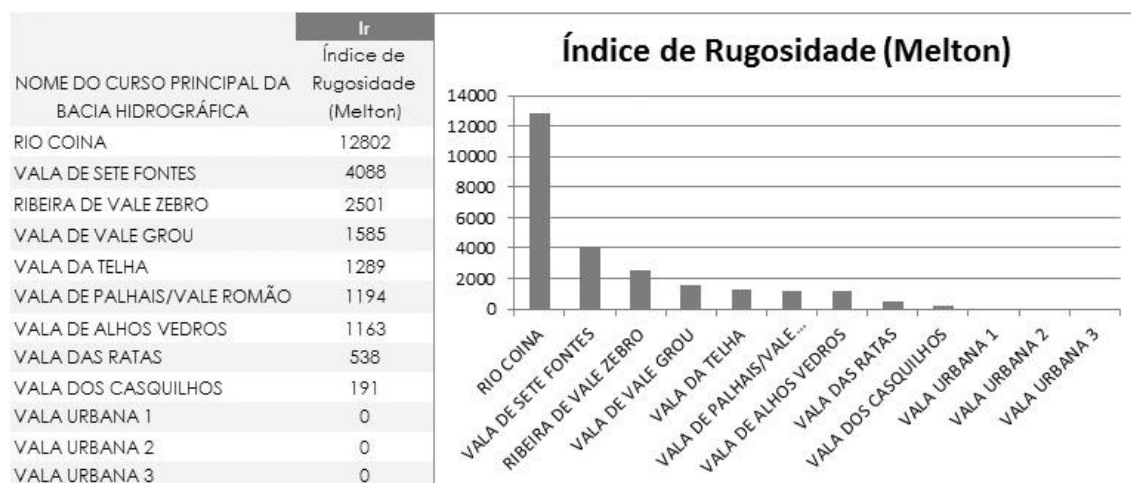


Tabela 3.5 – Índice de Rugosidade de Melton

Sendo o Índice de Rugosidade um valor médio obtido para a totalidade das bacias, é importante complementá-lo com a consulta do mapa de declives, uma vez que surgem casos, como a bacia das Sete Fontes onde, através da consulta do mapa de declives, se verifica uma quase ausência de entalhe na maior parte da sua área, estando o valor atingido (Ir=4088) concentrado na área da Serra de São Francisco.

A maior energia do escoamento é evidente nos entalhes profundos das ribeiras com cabeceira na Serra de São Francisco (as pertencentes à bacia das Sete Fontes e as

integradas na bacia de Coina), aproveitando, nalguns casos, falhas existentes, e sendo totalmente dissipada na planície arenosa que se lhe segue.

É possível encontrar, percorrendo a base das costeiras nessa vertente voltada a norte, os testemunhos, presentes e passados, dessa energia (fig 3.5). A presença de um moinho, cuja força motriz foi a energia da ribeira anexa, actualmente sem alimentação permanente, e a necessidade de protecção da vala artificial de escoamento com um muro de gabiões, demonstram a velocidade atingida pelo caudal e os potenciais estragos provocados nas áreas urbanizadas do sopé da serra.



Figura 3.5 – Consolidação de valeta com gabiões (esquerda) e ruína de moinho movido a energia da ribeira anexa (direita), fotografadas em Outubro 2011

A análise dos valores correspondentes a um índice de declive médio, que considera a totalidade da área da bacia (Índice de Declive de Roche - tabela 3.6), permite, finalmente, fundamentar o atrás referido relativamente à assimetria entre as bacias que drenam para oeste (Telha, Casquilhos, Palhais/Vale Romão e Vale Zebro) e as que drenam para nordeste (Ratas, Urbanas, Alhos vedros e Vale Grou) do concelho.

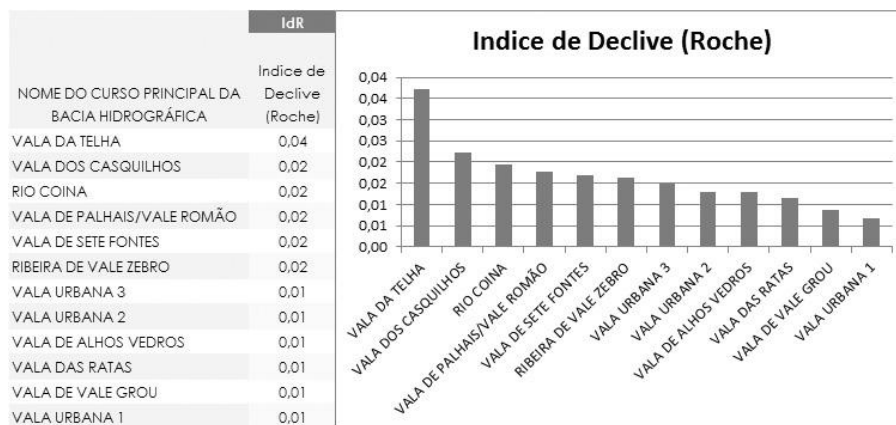


Tabela 3.6 – Índice de declive de Roche

O elevado valor de declive médio, obtido na bacia da Telha, indicia uma elevada capacidade erosiva e de transporte da linha de água, confirmada pelas sucessivas reclamações que o proprietário dos terrenos junto à descarga no estuário tem apresentado relativamente a derrocadas das margens e transporte de materiais que se acumulam na sua propriedade, onde o declive se reduz abruptamente. Esta situação tem vindo a ser agravada com a urbanização situada no sector montante da bacia, e consequente impermeabilização do terreno, demonstrando-se a importância da permeabilidade, tratada no ponto seguinte, como factor condicionante do funcionamento dos sistemas hidrográficos.

3.2.4. Permeabilidade do substrato

A permeabilidade do substrato é derivada da dimensão dos espaços vazios existentes nas formações geológicas (Ramos, 2009) e, paralela ou complementarmente, da sua estrutura. Reduz-se, portanto, a capacidade do substrato de se deixar atravessar pela água em função da redução da textura em situações de pouca consolidação ou, passando para as formações litológicas compactas, quando essas litologias não apresentam, elas próprias, uma estrutura que favoreça a infiltração (rochas fracturadas, planos de estratificação dispostos na vertical ou carsificação).

Como já se referiu, o substrato da área de estudo é cada vez mais recente à medida que nos distanciamos da Cadeia da Arrábida e nos aproximamos do Estuário do Tejo, ou seja, de sul para norte. Essa transição geológica, apesar das excepções patentes no preenchimento de entalhes com aluviões e no “aprisionamento” das areias do fim do Terciário em áreas deprimidas da Cadeia da Arrábida, não apresenta qualquer correlação com a permeabilidade do substrato, como se constata no mapa de permeabilidade dos litofácies (fig 3.6). Apesar da compacidade das formações litológicas aumentar, no geral, com a idade, a presença de materiais carbonatados e a ocorrência de processos de dissolução nessas rochas determina a existência de áreas de permeabilidade muito elevada no substrato mais antigo (Calcários de Pedreiras), situadas mais a sul.

No extremo oposto, ou seja, junto ao estuário constata-se a existência de formações de permeabilidade muito reduzida, cuja deposição é recente em termos geológicos (Aluviões do Holocénico). A redução da textura das aluviões, derivada da abundância de argilas e matéria orgânica, que ocorre nos troços terminais das linhas de água junto ao estuário, contrasta com a textura arenosa que estes apresentam na generalidade dos troços fluviais, tendo aí uma permeabilidade muito elevada, incrementada pelo substrato detrítico arenoso que lhe está subjacente na maior parte dos troços.

O limite abrupto entre aluvião arenoso e lodoso (fig 3.6) corresponde a uma estimativa decorrente de observação no terreno, mas a credibilidade dessa indicação cessa quando se transita para escalas de análise superiores, em que será necessário um trabalho mais desenvolvido de recolha e comparação de sedimentos e um aumento do número de classes de permeabilidade em função da transição acima referida.

As visitas de campo efectuadas permitiram, no entanto, constatar que as aluviões argilosas avançam para montante, para além da foz no estuário, nas linhas de água temporárias. Na linha de água com alimentação permanente (Rio Coina) sucede precisamente o contrário, ou seja, os materiais arenosos transportados pelo curso de água vão-se acumulando já dentro do estuário, originando o avanço da foz contínua e sucessivamente para jusante.

Tal como ocorre relativamente às aluviões holocénicas, a presença de materiais de textura argilosa nas formações da Bacia do Tejo e Sado reduz a permeabilidade do substrato litológico nessa área, apesar da pouca consolidação.

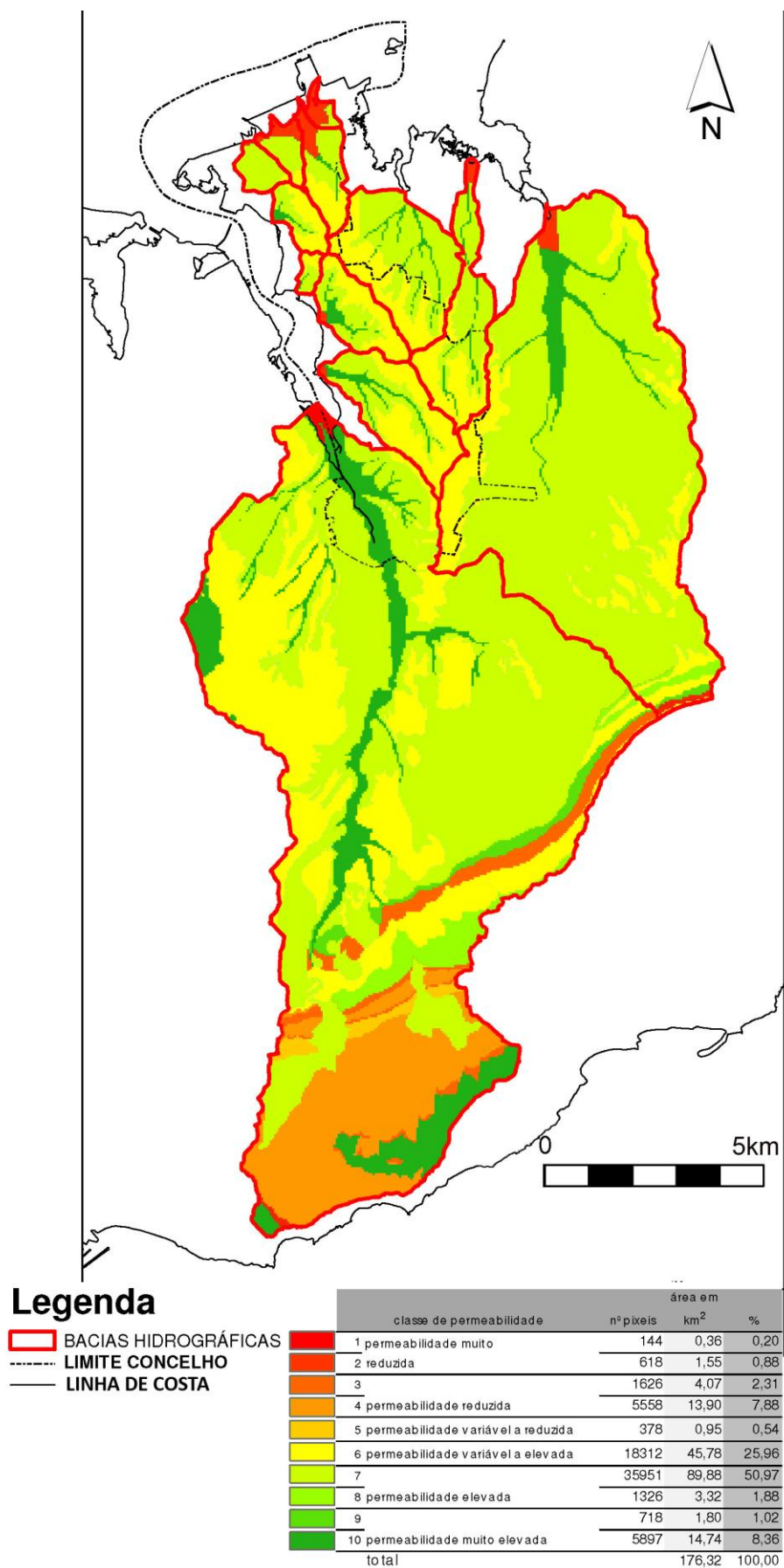


Figura 3.6 – Permeabilidade do substrato geológico na área de estudo

Contudo, dado o predomínio das formações arenosas na unidade de relevo “planície”, a classe de permeabilidade elevada representa praticamente metade da área de estudo (fig. 3.6), facilitando a infiltração da água nesta área plana e contribuindo para a fraca suscetibilidade às cheias destas bacias.

3.2.5. Classificação numérica dos troços

A classificação numérica dos canais pode ser efectuada através de vários métodos, indicando-se os mais utilizados:

- **Strahler** considera a hierarquia fluvial de forma que a confluência de dois canais, de nº de ordem idêntico, implique sempre o aumento, no canal a jusante deles resultante, para o nº de ordem seguinte.
- **Shreve** considera a magnitude do canal considerado, identificando o nº de tributários de cada curso de água e a posição relativa à cabeceira ou foz.

A classificação numérica, conjugando a hierarquia e a magnitude, permite identificar as linhas de água que são relevantes para o funcionamento da rede hidrográfica e os potenciais pontos críticos susceptíveis a cheias (quando existe confluência de linhas de ordem elevada num determinado ponto).

As duas classificações devem ser consideradas de forma complementar, sendo possível a existência de redes de hierarquia elevada com magnitude média ou reduzida, o que sucede em bacias alongadas, pouco susceptíveis à ocorrência de cheias.

As redes fluviais estudadas que atingem hierarquias elevadas têm uma forte correlação positiva com a magnitude verificando-se, igualmente, uma correlação entre a área das bacias e a hierarquia/magnitude, formando-se os mesmos 3 conjuntos (tabela 3.7):

1. bacias com $A > 40 \text{ km}^2$ têm hierarquia 5 a 6 e centenas de afluentes (magnitude),
2. bacias com área $A > 4 \text{ km}^2$ e $< 10 \text{ km}^2$ têm hierarquia 3 a 4 e dezenas de afluentes (magnitude),
3. bacias com $A < 4 \text{ km}^2$ têm hierarquia 1 a 2 e afluentes em número inferior à dezena (magnitude).

NOME DO CURSO PRINCIPAL DA BACIA HIDROGRÁFICA	ÁREA km^2	Hierarquia STRAHLER	Magnitude SHREVE
RIO COINA	104,67	6	342
VALA DAS SETE FONTES	45,90	5	196
VALA DE ALHOS VEDROS	6,83	3	24
RIBEIRA DE VALE ZEBRO	4,88	3	20
RIBEIRA DE VALE GROU	5,06	3	21
VALA DE PALHAIS/VALE ROMÃO	2,76	2	7
VALA DAS RATAS	2,08	2	7
LINHA DE ÁGUA URBANA 3	0,93	2	3
VALA DOS CASQUILHOS	1,34	2	3
LINHA DE ÁGUA URBANA 1	0,46	2	2
LINHA DE ÁGUA URBANA 2	0,98	2	2
VALA DA TELHA	0,43	1	2

Tabela 3.7 – Hierarquia e Magnitude das diferentes bacias

A consideração da classificação da hierarquia dos canais, segundo Strahler, inicialmente proposta pela CNREN como critério fundamental de integração de linhas de água em REN, não foi transposta, como já foi referido, para as "Orientações estratégicas de âmbito nacional e regional", o que não invalida a sua importância, desde que conjugada com a análise da magnitude segundo Shreve.

Na área de estudo, as redes que integram canais com hierarquia igual ou superior a 3 correspondem, precisamente, às que possuem área superior a 3,5 km² (Coima, Sete Fontes, Alhos Vedros, Vale Grou e Vale Zebro) verificando-se que, mesmo nessas bacias com maior área, são pouco numerosas as linhas de água, com nº de ordem 3 ou superior, dentro dos limites administrativos do concelho do Barreiro (fig. 3.7).

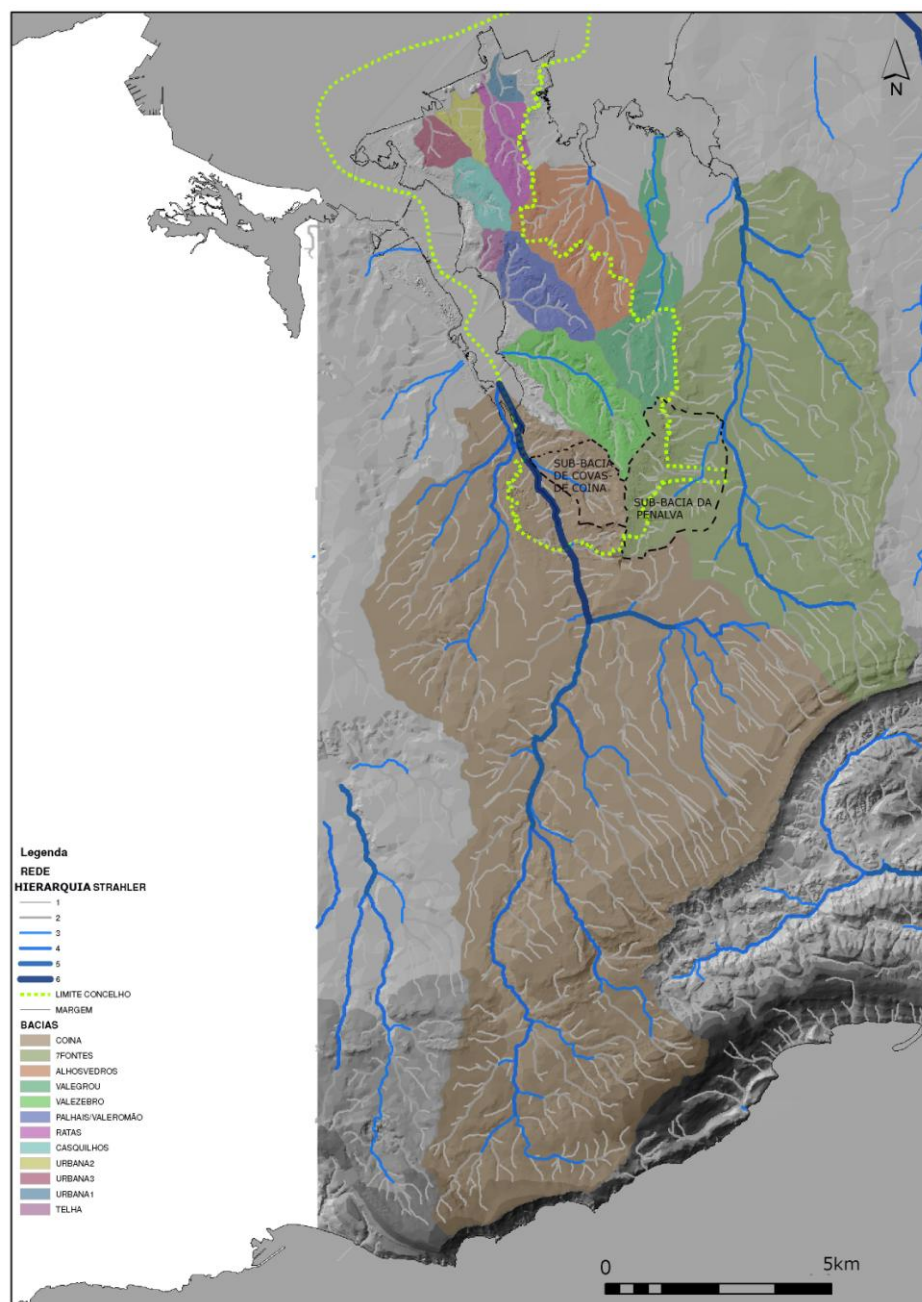


Figura 3.7 – Identificação da hierarquia da rede hidrográfica segundo Strahler, gerada no programa ILWIS, considerando valores de acumulação de fluxos de 500 pixéis

A detecção das confluências de linhas de água de hierarquia mais elevada podem ajudar a definir potenciais pontos críticos face às cheias, que devem ser devidamente validados por levantamento de campo e através do historial das inundações locais.

Após definição da hierarquia de potenciais pontos críticos na área de estudo, verificou-se que o ponto mais importante, resultante da confluência de dois canais de ordem 5 (Strahler), se situa na bacia do Rio Coina, no concelho de Sesimbra, junto à Quinta do Conde (fig 3.8).

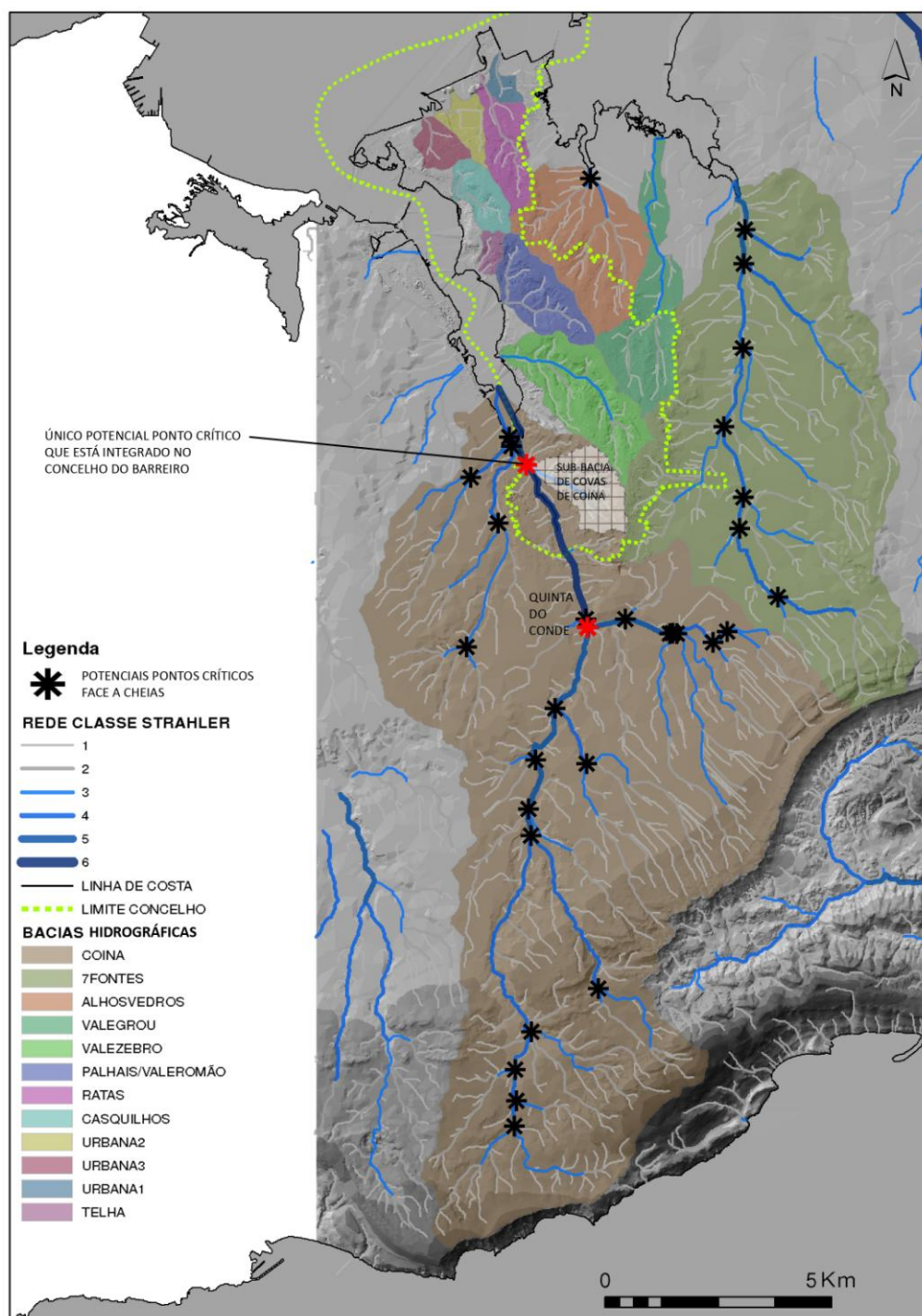


Figura 3.8 - Localização dos potenciais pontos críticos de susceptibilidade a cheias, derivada da classificação de hierarquia dos cursos de água integrados na área de estudo.

Dentro do concelho do Barreiro, detecta-se um único ponto crítico potencial, resultando da confluência do Rio Coina (Strahler 5), com um seu tributário, denominado Vala de Covas de Coina (Strahler 3), que ocorre junto ao aglomerado urbano de Coina.

A susceptibilidade a cheias da área envolvente a este ponto, teria tendência a aumentar, pela progressiva impermeabilização da área da sub-bacia a montante (denominada como Covas de Coina), devida a loteamentos de génese ilegal, com a subsequente edificação de moradias.

Após consulta do traçado da rede de drenagem pluvial entubada, executada na área envolvente ao aglomerado de Coina e de confirmação, no local* da sua execução de acordo com o projectado, verificou-se que o traçado original do curso de água principal da sub-bacia mencionada (Vala de Covas de Coina) difere do representado na Carta Militar de Portugal e da rede estruturante obtida através da metodologia indicada em **2.1. Identificação da rede hidrográfica estruturante**, alterando-se, consequentemente, a localização do ponto crítico potencial referido.

O desvio do ponto de descarga do curso de água principal da sub-bacia mencionada (Vala de Covas de Coina) no Rio Coina, e o entubamento do troço final (fig 3.9) tornou difícil detectar a localização, no terreno, do potencial ponto crítico em questão, assim como de quaisquer vestígios e marcas de cheias passadas que permitissem validá-lo.



Figura 3.9 – Vista do único ponto crítico potencial integrado no concelho do Barreiro

O desvio da descarga da Vala de Covas de Coina (fig. 3.9) implicou, igualmente, que o ponto crítico potencial, determinado pela confluência de linhas de água de hierarquia igual ou superior a 3, transitasse para esse novo ponto de descarga.

Verifica-se, portanto, que a rede hidrográfica, a montante da nova descarga, que drena toda a área de Covas de Coina, atinge a hierarquia Strahler 3 e a que drena a Quinta de São Vicente, confluindo para o ponto referido como “potencial ponto crítico”, não atinge, por sua vez, essa hierarquia.

Considera-se, assim, confirmado que o ponto identificado nas figuras 3.8 e 3.9 **não** deve ser identificado como crítico e que a actual descarga da Vala de Covas de Coina no Rio Coina está integrada numa planície de inundação razoavelmente vasta, afastada das edificações e sem constrangimentos que identifiquem esse ponto como crítico face a cheias.

* sessão de trabalho de campo, orientada pela Divisão de Obras e Projectos do Departamento de Águas e Resíduos, executada em 12 de Abril de 2012

3.2.6. Identificação do curso de água principal

Se, nos sectores jusante das bacias, é inequívoca a identificação do colector principal, por integrar os troços de maior hierarquia, seguindo para montante é necessário recorrer a metodologias específicas para obter essa identificação, tornando-se uma tarefa cada vez mais complexa quanto mais arredondada ou irregular, for a bacia.

Em bacias alongadas, como as das Ratas e de Vale Grou, a identificação da linha de água principal encontra-se facilitada. Nas restantes recorreu-se ao software ILWIS para a identificação do colector mais importante.

No ILWIS, a linha de água principal é determinada recorrendo ao método de Shreve, ou seja, partindo de jusante para montante opta-se, em cada bifurcação, pelo troço de maior magnitude.

A determinação da linha de água principal, considerando somente a magnitude dos canais (Shreve), exclui a identificação de outros colectores que se podem mostrar igualmente importantes. No entanto, da análise das redes fluviais podem-se identificar alguns desses colectores, tal como no caso da bacia do rio Coina, onde a montante, existem 2 outros canais, com cabeceiras distintas (Terras do Risco / IgeoE; fig. 3.10), que também poderiam ser considerados na definição da linha de água principal.



Figura 3.10 – Extracto da Carta Militar de Portugal, folhas nº 465 - 466, na escala 1:25000, identificando as 3 possibilidades de cabeceira do Rio Coima

A Carta Militar (IgeoE) apresenta como cabeceira do Rio Coina, o canal que se inicia no ponto mais alto de toda a rede, perto dos 450m, e que entronca a jusante da nascente verdadeira (Parral), na linha de água considerada principal, segundo o método de Shreve.

Optou-se por considerar, nesta análise, o resultado obtido através software ILWIS, em detrimento do indicado na Carta Militar, pelo facto da linha de água principal, aí definida, não integrar a nascente verdadeira, de alimentação permanente, do Rio Coina.

Igualmente importante é o tributário cuja cabeceira se situa na Serra da Arrábida, e que percorre a depressão de Terras do Risco antes de se encaixar nos calcários, em cânhão meandrizado espectacular, no sítio denominado “Marmita do Gigante”, com inúmeros “pot-holes” (Brierley & Fryirs, 2005) (fig. 3.11).

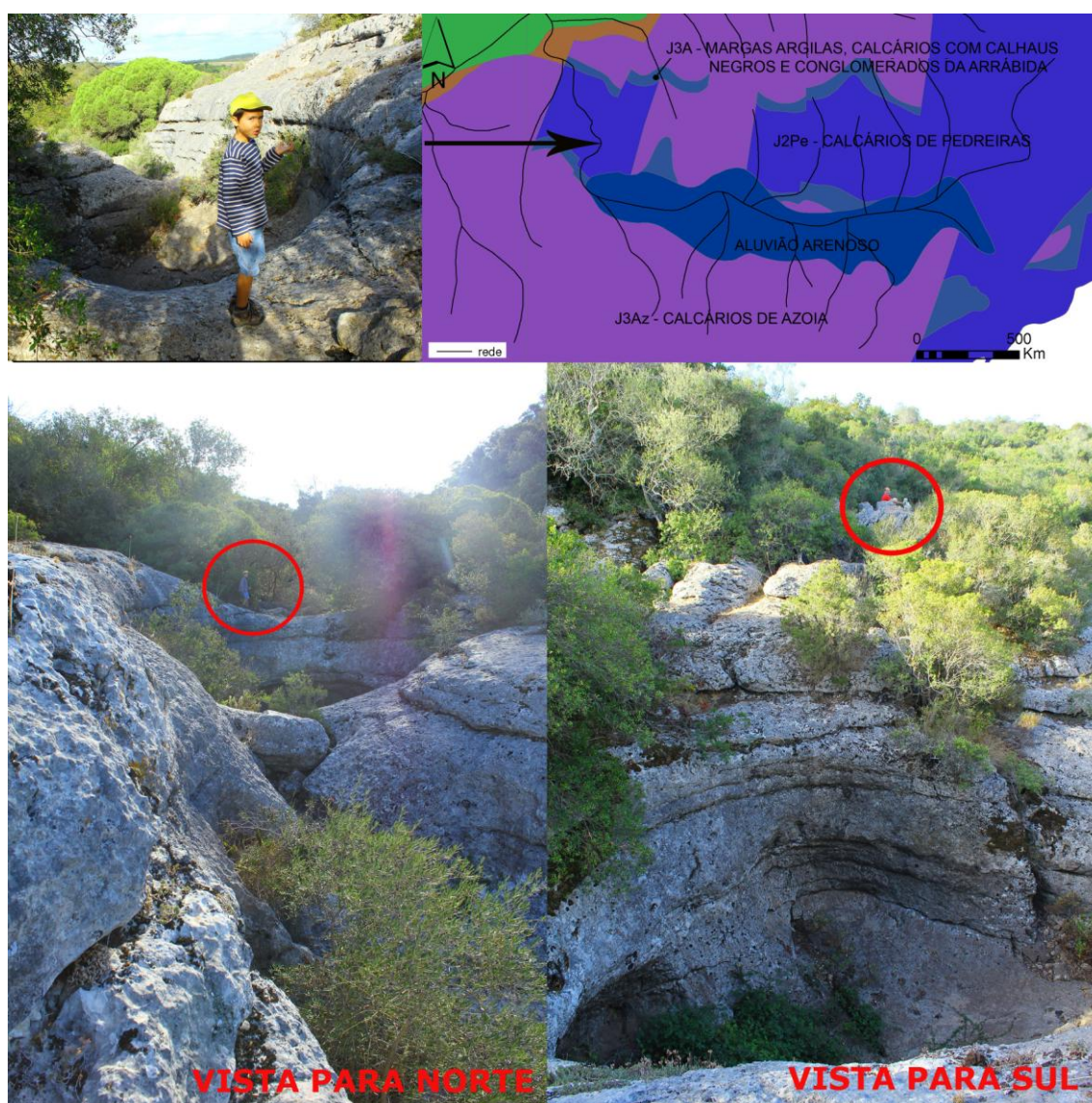


Figura 3.11 – “Marmita de Gigante” nas formações cársicas e respetiva localização no sector montante da bacia do Rio Coina (foto de Setembro de 2011).

O curso de água principal da bacia das Sete Fontes, definido pelo método de Shreve, apresenta a cabeceira na Serra de São Francisco, mas neste caso, optou-se por analisar, alternativamente, a linha de água constituída pelo eixo drenante, com cabeceira na Quinta da Chapeleira, junto às portagens da autoestrada A2, em Coima (fig 3.12). Baseando-se o presente estudo, como o nome indica, nos **cursos de água que drenam o concelho**, prescindiu-se da análise do curso principal, obtido através da aplicação do método de Shreve, e optou-se por abordar um curso estruturante que integrasse o troço que atravessa o concelho, na área da Barra Cheia.

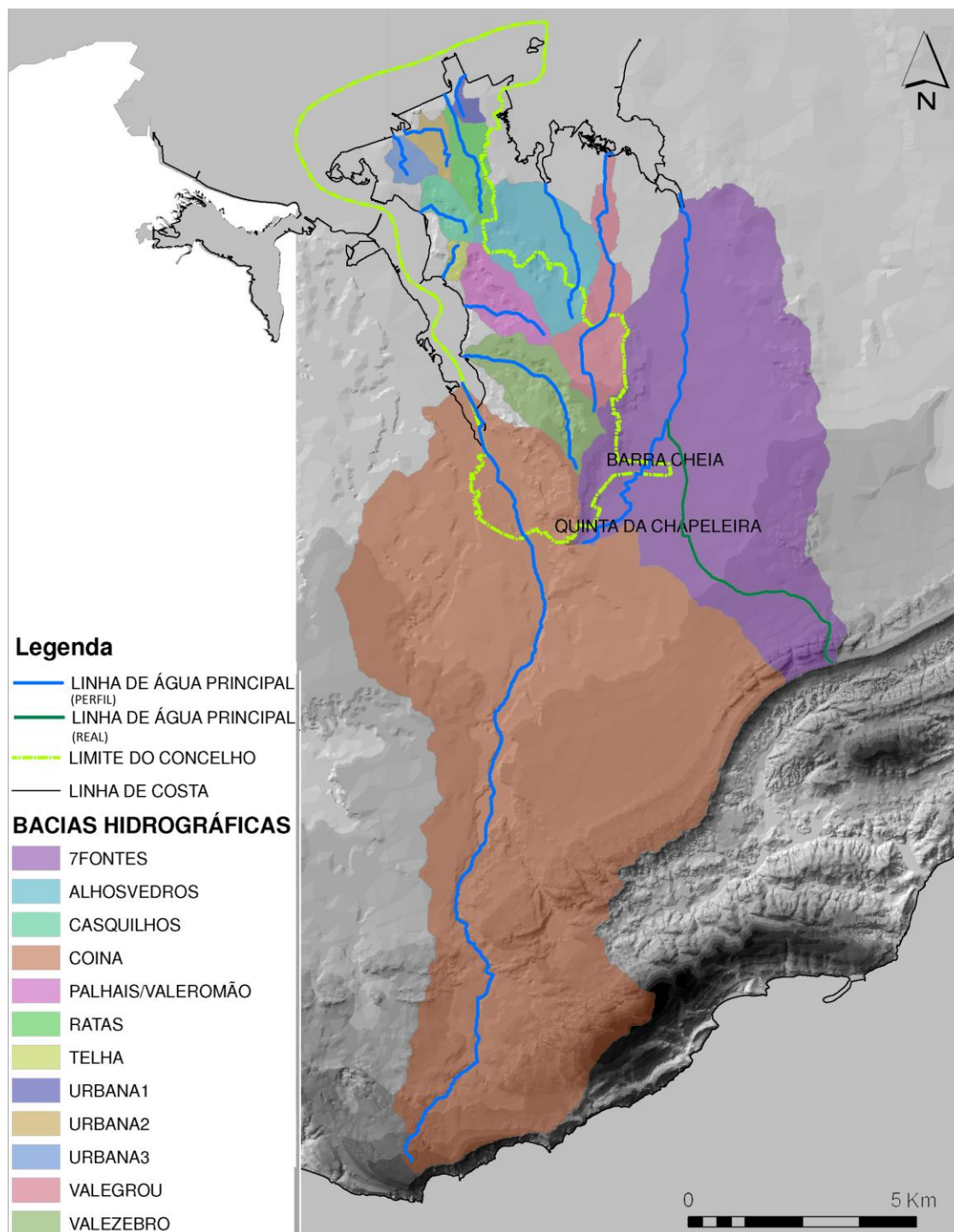


Figura 3.12 – Linhas de água principais geradas no ILWIS e linhas de água principais analisadas

3.2.7. Densidade de drenagem

A densidade de drenagem (Dd) corresponde a um indicador que relaciona o comprimento total dos cursos de água com a área da bacia e que, conjugado com os índices de geometria da bacia, representam a caracterização do comportamento do sistema hidrográfico num plano bi-dimensional, ou seja, sem considerar o relevo.

A densidade de drenagem de cada bacia encontra-se exposta na tabela 3.8, sendo essencial, nas bacias de dimensão regional, como a do Coina e de Sete Fontes, mais do que obter um valor global para cada bacia, definir a distribuição espacial das diferentes classes de densidade de drenagem e identificar áreas homogêneas.

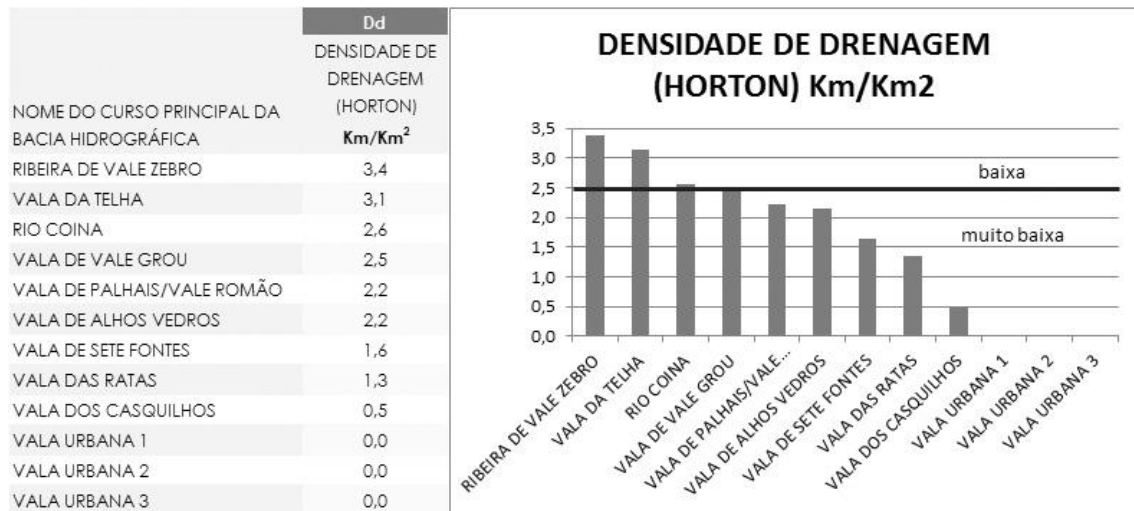


Tabela 3.8 –Densidade de Drenagem das diferentes bacias

A análise do mapa de distribuição espacial da densidade de drenagem (figura 3.13) permite constatar que, apesar dos valores globais obtidos para cada bacia serem consideravelmente reduzidos (tabela 3.8), em determinadas áreas é atingido o valor de 7 km/km², o que mostra a existência de áreas bem drenadas.

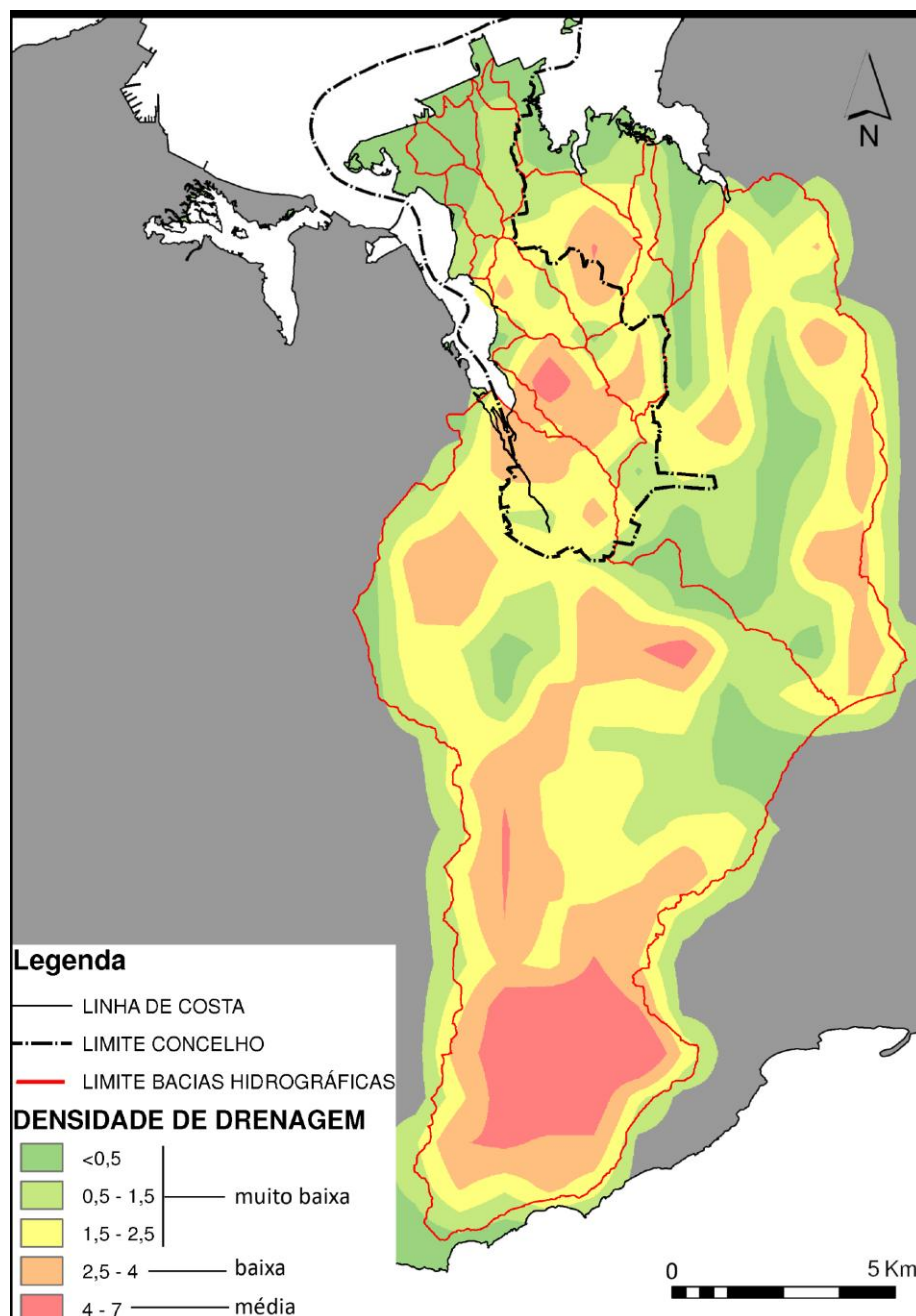


Figura 3.13 – Densidade de Drenagem das bacias integradas na área de estudo

Num meio natural, e na mesma região climática, a maior ou menor concentração de tributários, numa determinada área de terreno, está directamente relacionada com a permeabilidade do substrato e com o declive do terreno (figura 3.14). Na área em estudo, os valores mais altos da Densidade de Drenagem ocorrem sobre as formações do Cretácico, com forte presença de argilas existentes na bacia hidrográfica do Coima e nas cabeceiras dos cursos na bacia de Sete Fontes, todas com substrato menos permeável do que na unidade morfológica “planície”, onde as linhas de água são menos densas, devido à permeabilidade elevada das Areias de Santa Marta.

Note-se que o valor mais elevado da densidade de drenagem se encontra na bacia de Vale Zebro, derivado do grande comprimento de poucas linhas de água numa bacia com área reduzida.

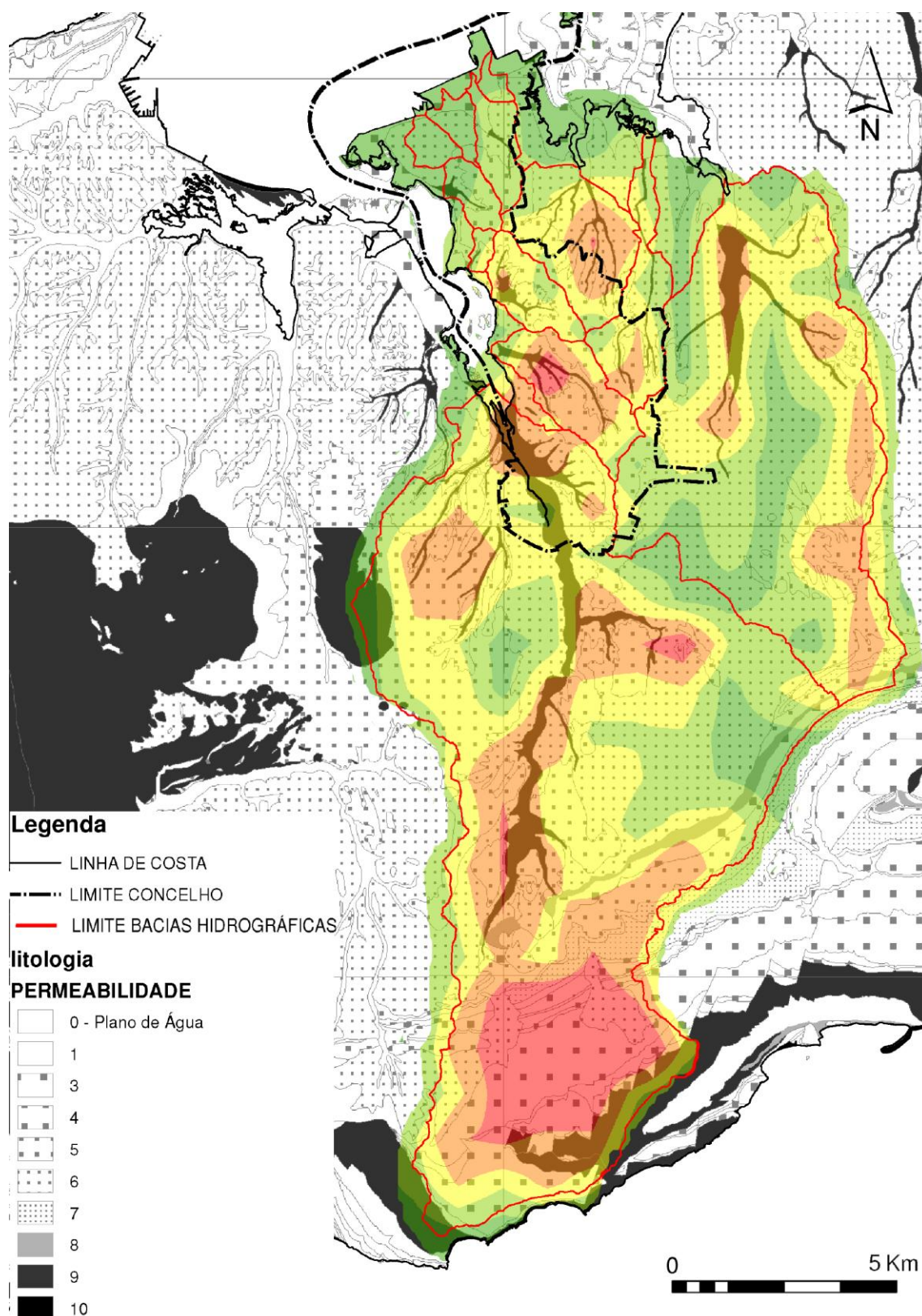


Figura 3.14 – Permeabilidade do substrato geológico e densidade de drenagem

3.2.8. A influência antrópica

Após análise dos factores condicionantes do comportamento do sistema hidrográfico, com maior probabilidade de se manterem estáveis no período de validade dos Instrumentos de Gestão Territoriais (e, conseqüentemente, das cartas de REN e da EEM que os integram) analisam-se agora factores de maior variabilidade, tais como o uso do solo, que traduzem as pressões antrópicas sobre esses sistemas. Como se verificará relativamente à permeabilidade do substrato, essas pressões podem alterar radicalmente as condições de base iniciais.

Na área de estudo, mesmo considerando o sector inicial do Rio Coina, que se encontra integrado numa área nuclear de conservação da natureza com múltiplas classificações (Parque Natural e Sítio da RN 2000), não se identificam quaisquer troços de linhas de água que não tenham sido, de alguma forma, transformados pelo homem. O estudo do uso do solo, na área das bacias e ao longo dos perfis longitudinais dos cursos de água principais, apresenta-se determinante para a avaliação da sua potencialidade de integração em REN e na EEM.

3.2.8.1. O uso do solo

Na tabela 3.9 estão identificados os agrupamentos do uso do solo. Da sua leitura, constata-se que a maior parte das bacias da área de estudo têm uma ocupação essencialmente urbana (8 em 12). Contudo, no conjunto das bacias, o uso urbano atinge 29% da respetiva área, praticamente os mesmos do uso agrícola.

A área silvícola, constituída principalmente por pinheiro bravo (*Pinus pinaster*), representa uma percentagem importante da área de estudo (27%) e está distribuída por toda a área de estudo, atingindo a sua maior extensão na bacia do Coina e, principalmente, nos concelhos de Sesimbra e Seixal.

nome do curso de água principal	total km ²	urbano denso		urbano disperso		agrícola		misto		natural		silvícola		inculto		húmido	
		km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%	km ²	%
RIO COINA	104,67	5,09	5	21,79	21	26,92	26	8,11	8	7,95	8	30,96	30	3,11	3	0,74	1
RIBEIRA DE VALE ZEBRO	4,88	0,00	0	0,3	6	0,36	7	0,18	4	0,00	0	4,00	82	0,00	0	0,04	1
VALA DE PALHAIS/VALE ROMÃO	2,76	0,00	0	1,54	56	0,36	13	0,51	18	0,00	0	0,35	13	0,00	0	0,00	0
VALA DA TELHA	0,43	0,02	5	0,25	58	0,00	0	0,16	37	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
VALA DOS CASQUILHOS	1,34	0,55	41	0,79	59	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
LINHA DE ÁGUA URBANA 1	0,46	0,46	100	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
LINHA DE ÁGUA URBANA 2	0,98	0,98	100	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
LINHA DE ÁGUA URBANA 3	0,93	0,93	100	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
VALA DAS RATAS	2,08	0,63	30	1,29	62	0,16	8	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0
VALA DE ALHOS VEDROS	6,83	0,51	7	3,06	45	2,47	36	0,00	0	0,00	0	0,79	12	0,00	0	0,00	0
RIBEIRA DE VALE GROU	5,06	0,00	0	0,89	18	2,97	59	0,54	11	0,00	0	0,61	12	0,00	0	0,05	1
VALA DAS SETE FONTES	45,90	6,15	13	5,92	13	18,41	40	2,01	4	1,18	3	11,72	26	0,49	1	0,02	0
total	176,32		51,15		29	51,65	29	11,51	7	9,13	5	48,43	27	3,60	2	0,85	0

Tabela 3.9 – Uso do solo em cada bacia (2006).

3.2.8.2. Permeabilidade composta

Nas áreas de forte intervenção humana no território, nomeadamente nas áreas urbanizadas, a permeabilidade do substrato geológico está longe de representar a situação real das condições de infiltração da água, uma vez que a urbanização implica uma impermeabilização desse substrato. Assim, produziu-se um mapa, que poderemos designar de "permeabilidade composta", resultante do cruzamento da permeabilidade das formações geológicas com a resultante do uso do solo (fig. 3.15).

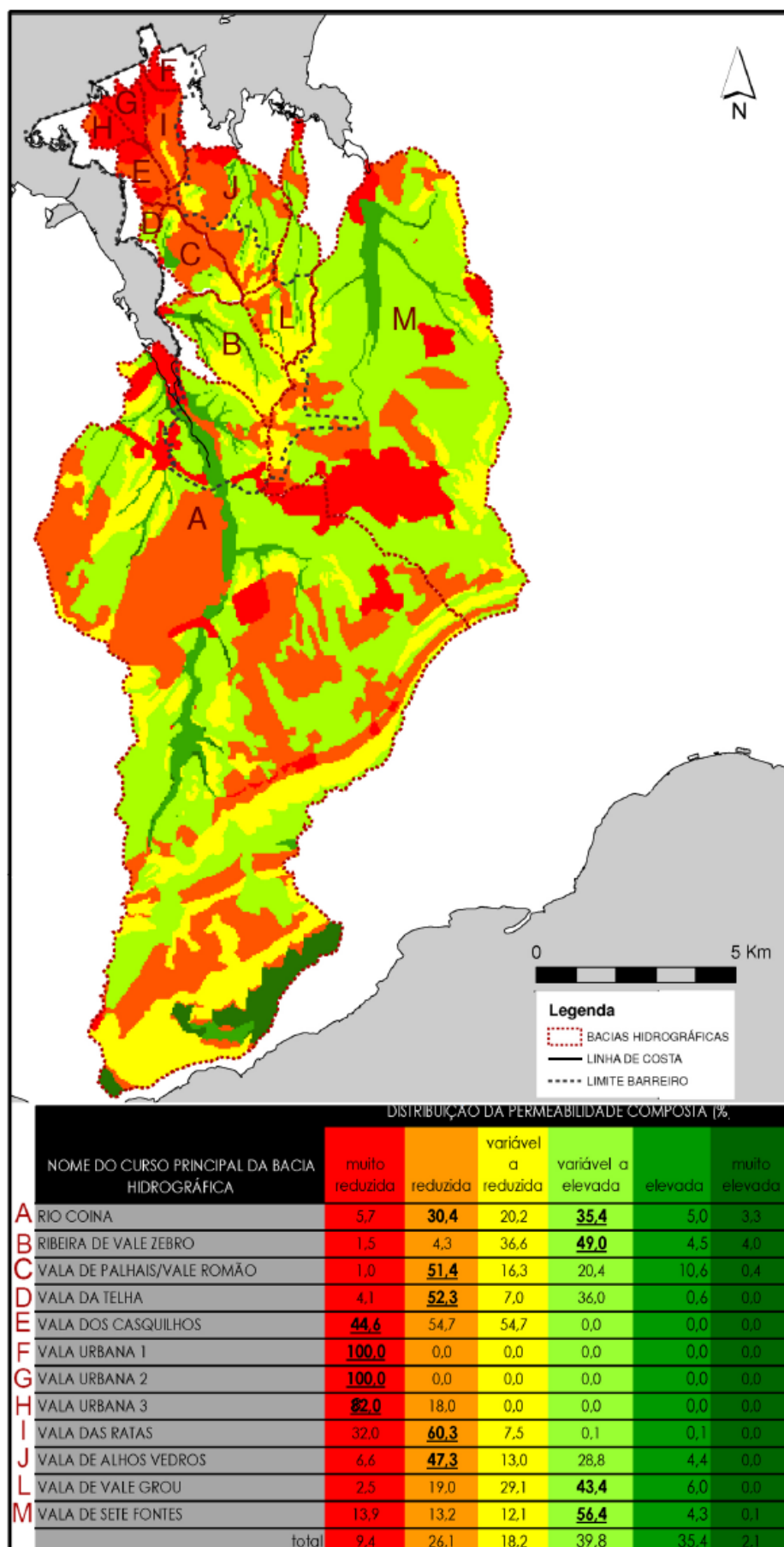


Figura 3.15 – Permeabilidade composta (litologia e usos do solo)

Este mapa apresenta diferenças consideráveis relativamente ao apresentado em **3.2.4. Permeabilidade do substrato** (fig. 3.6). A predominância de áreas de permeabilidade elevada, devida fundamentalmente à presença do substrato arenoso pliocénico (PSM) foi consideravelmente atenuada, passando a predominar a permeabilidade variável a elevada (40% da área total). As áreas de permeabilidade reduzida, correspondendo, naturalmente, às áreas urbanizadas passaram a representar quase 30% da área total, o que representa uma triplicação relativamente às áreas de substrato litológico pouco permeável.

O aumento das áreas impermeáveis e de permeabilidade reduzida, demonstrado no mapa da permeabilidade composta, representa uma tendência preocupante na área de estudo e na AML, uma vez que incrementa a susceptibilidade a cheias e isola e reduz os ecossistemas naturais, com as consequentes ameaças à biodiversidade inerentes à perda de continuidade espacial destes sistemas.

3.2.8.3. Crescimento da área urbanizada

Pretende-se identificar o crescimento das áreas urbanizadas (fig. 3.16), ocorrido nas bacias de menores dimensões e no período temporal aproximado de 55 anos (1950-2005), assim como a influência da redução da permeabilidade, decorrente desse crescimento, no comportamento das bacias hidrográficas relativamente a cheias.

Constata-se que a área urbanizada aumentou em todas as bacias, sem excepção, destacando-se as bacias das Ratias, dos Casquilhos e de Alhos Vedros, que correspondem à segunda fase de urbanização do concelho, com alastramento da mancha urbanizada para sul, ao longo da frente estuarina e da via rápida (IC21) de ligação à auto estrada A2.

A primeira fase de urbanização do concelho do Barreiro abrange as bacias Urbanas 2 e 3, praticamente urbanizadas já nas primeiras décadas do século XX.

O aumento da área urbanizada na bacia Urbana 1 não foi considerada relevante por ser coincidente com o aumento da própria área da bacia, ou seja, previamente a 1950 a área desta bacia correspondia ao plano de água e a marinhas para extracção de sal que, entretanto, foram drenadas.

A situação reportada no CGPR, em 1950, já integrava áreas densamente urbanizadas e a área industrial, correspondente ao território da CUF. A instalação das indústrias do grupo CUF na área norte do concelho do Barreiro implicou, já em 1950, a criação de aglomerados urbanos ao longo da via-férrea Barreiro/Setúbal e da Estrada Nacional 10-3 (EN10-3), supondo-se que o restante território se tenha mantido relativamente desocupado até aos anos 50 do século XX, com base na correlação entre o crescimento demográfico evidenciado nos censos da população residente e expansão urbanística (fig. 2.4).

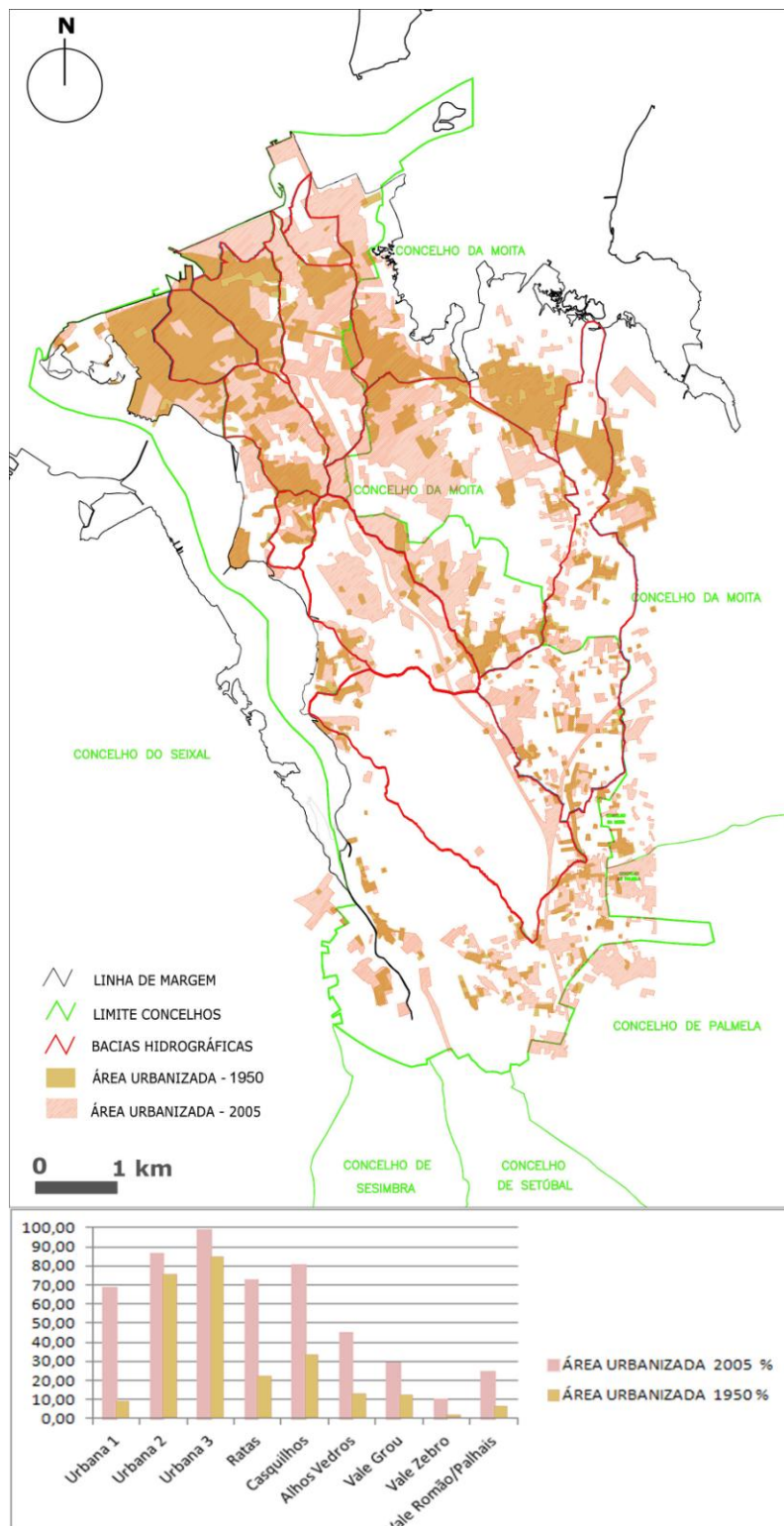


Figura 3.16 – Crescimento das áreas urbanizadas entre 1950 e 2005.

É possível comprovar a correlação entre o crescimento demográfico extraordinário, ocorrido entre 1950 e 1981, e o aumento de processos camarários, relativos a operações urbanísticas, desenvolvidas pelos particulares durante esse período. As três décadas referidas são, portanto, as mais marcantes para a expansão urbanística do concelho, estendendo-se a mancha construída ao longo das vias férrea e rodoviária referidas e, também, de uma via municipal (EM 510), que permitiu a conurbação dos

aglomerados da freguesia de Santo António da Charneca, assim como a proliferação, para sul, dos loteamentos ilegais de áreas agrícolas e, principalmente, silvícolas.

A dependência entre a instalação de um pólo industrial atractivo, com forte oferta de emprego (Moreira, 2007) e a quase duplicação da população num curto espaço de tempo acabou por estar na base do decréscimo dessa população, que se veio a verificar entre 1981 (88052 habitantes) e 2001 (79012 habitantes), quando esse motor do desenvolvimento do concelho se desagregou, assim como da relativa estagnação até 2011 (79042 habitantes) (fonte INE).

O encerramento gradual dos estabelecimentos industriais instalados no território da CUF contribuiu para uma taxa de desemprego que se tem mantido anormalmente superior à média nacional e ao desinteresse em permanecer no concelho, por parte dos emigrantes que foram atraídos pela disponibilidade de postos de trabalho nas décadas de 60 e 70 (Moreira, 2007).

Considera-se que o atraso na ligação do itinerário Complementar IC21 (que atravessa o concelho no sentido longitudinal ao longo da linha de fecho comum da maioria das bacias hidrográficas) a Lisboa (3ª travessia do Tejo – Barreiro/Chelas) impediu que o concelho do Barreiro fosse sujeito a pressões tão elevadas como as ocorridas nos concelhos mais próximos das duas pontes existentes de atravessamento do Rio Tejo, o que não invalida que, mesmo no período de estagnação demográfica, as operações de edificação e, principalmente, de loteamento, continuassem a proliferar e a transformar o território.

3.3 Interacção das condicionantes

3.3.1. Tempo de concentração das bacias

Concluída a análise dos factores considerados básicos, que determinam o funcionamento dos sistemas hidrográficos, segue-se a apresentação do indicador que traduz a conjugação desses factores sob a forma do tempo que uma gota de água demora a percorrer a bacia, desde o interflúvio próximo da cabeceira, considerada no perfil longitudinal, até à secção de referência indicada para a geração da bacia hidrográfica, ou seja, até à descarga no estuário: o Tempo de Concentração (T_c).

A hierquização das bacias integradas na área de estudo, em função do Tempo de Concentração, calculado através da fórmula de Temez (tabela 3.10), apesar de não considerar a perda de água por infiltração e evaporação ao longo do percurso da gota de água de referência foi utilizado por ser considerado (Ramos, 2009 e Leal, 2011 mencionando Correia, 1983) adequado às pequenas bacias da região de Lisboa.

Verifica-se que, à excepção das duas bacias maiores (Coina, com $T_c=7,1h$ e Sete Fontes, com $T_c=5h$, todas têm tempos de concentração que variam entre 3,1h (Vale Grou) e 30 minutos (Telha).

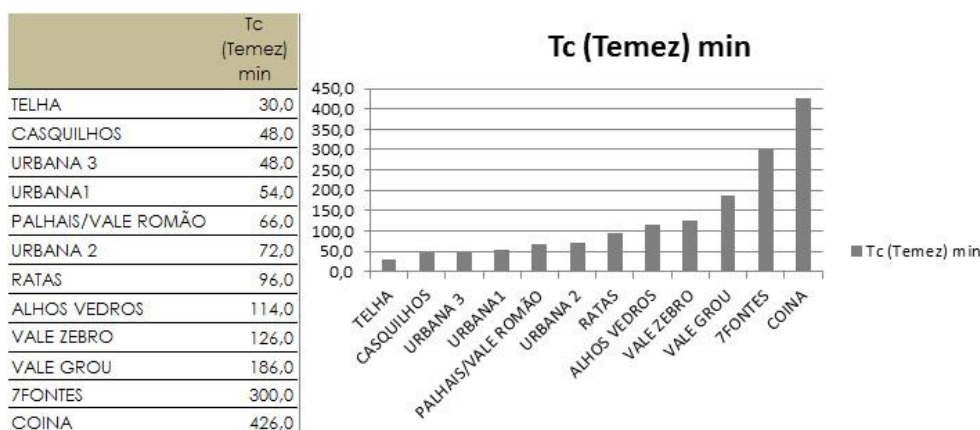


Tabela 3.10 – Tempo de Concentração segundo Temez, em minutos

Considerou-se importante complementar a análise com uma metodologia de determinação do Tc, que considerasse a infiltração da água no solo e a evolução dessa permeabilidade no período entre 1950 e 2005.

Utilizou-se a fórmula do DNOS para a determinação do TC nas bacias mais pequenas, pelo facto de não ter sido possível obter dados do uso do solo em 1950, para a totalidade da área de estudo, conforme já foi referido. Outra omissão importante é a dificuldade de diferenciar as áreas de uso silvícola das agrícolas no CGPR, uma vez que a simbologia da legenda, referente a áreas arborizadas não consta, sequer, na área correspondente à Mata da Machada, que se sabe ter uma utilização silvícola à data desse levantamento da propriedade rústica, suscitando dúvidas relativamente à fiabilidade desse tipo de informação. Assumiu-se, para obviar esse problema, que as áreas arborizadas, detectadas no ortofotomapa, estariam igualmente presentes em 1950, uma vez que a tendência de acção antrópica sobre um território, na área em estudo, tem sido a desflorestação para utilização agrícola ou urbanização e raramente o inverso.

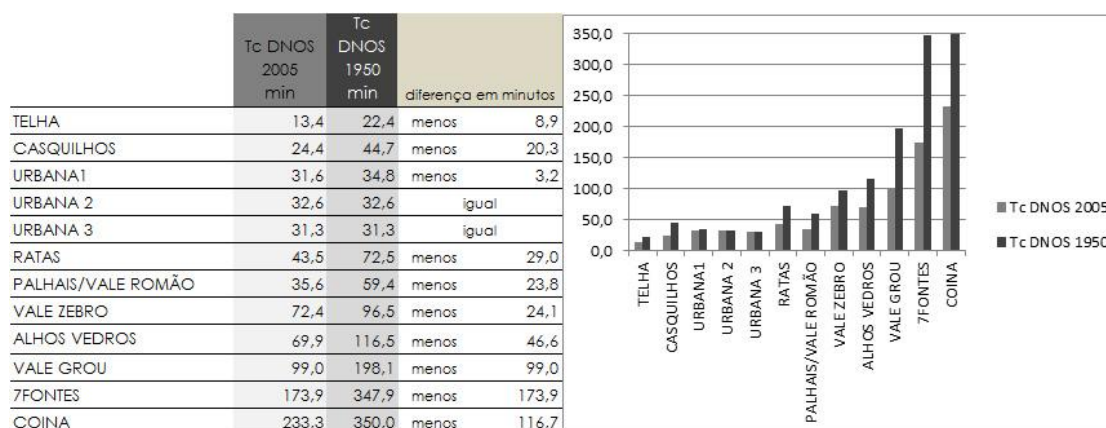


Tabela 3.11 – Tempo de Concentração segundo DNOS, em minutos

Analisando comparativamente os dois gráficos constata-se que, à excepção das bacias urbanas 2 e 3, já densamente urbanizadas em 1950, todas as outras registam uma diminuição dos tempos de concentração, sendo as mais afetadas as bacias de Sete Fontes e Vale Grou que viram os respetivos tempos de concentração reduzidos para metade, potenciando-se, assim, a susceptibilidade a cheias rápidas.

No entanto, considerando o relevo das bacias e as características da rede que as drenam (hierarquia, magnitude e densidade de drenagem) constata-se que a susceptibilidade a cheias nestas bacias não é relevante, conclusão que é validada pela ausência de registos desses episódios.

3.3.2. Perfis longitudinais

O perfil longitudinal permite uma caracterização simplificada ideal para uma primeira identificação dos troços susceptíveis de sofrerem processos de erosão ou assoreamento. A consideração desta dinâmica, responsável pela contínua transformação dos cursos de água, permite interpretar, após identificação dos conjuntos litológicos e morfológicos que os cursos de água principais atravessam, as variações de inclinação dos diferentes troços.

Com a ampliação da escala de análise seria possível estudar o enorme leque de processos responsáveis pela contínua transformação do sistema hidrográfico, incidindo, sucessivamente, na área de influência dos cursos de água (leitos de cheia) e nos canais (leitos menor e de estiagem), considerando os ecossistemas interdependentes presentes em cada escala. Apesar dos estudos dessa natureza serem essenciais para fundamentar as acções de reabilitação e as operações urbanísticas que se pretendam efectuar na referida área de influência, não se considera fundamental aprofundar o estudo a esse nível para a definição das áreas a integrar em REN e EEM.

No presente estudo, para a análise efectuada, fez-se uso de escalas progressivamente maiores, até 1:5000, a mesma escala que apresentam os ortofotomapas, que serviram de apoio à elaboração dos perfis longitudinais. Esses ortofotomapas serão apresentados no ponto seguinte, em que se estudam, na referida escala, as modificações antrópicas a que os sistemas hidrográficos estão sujeitos na área de estudo.

Da análise dos perfis longitudinais, relativos aos cursos de água principais, foram excluídas as das 3 bacias urbanas, uma vez que respectivo declive é reduzido e a sua variação incipiente, encontrando-se ainda totalmente impermeabilizadas pelo processo de urbanização, o que torna também irrelevante a análise da permeabilidade do respectivo substrato.

Esta análise permitiu, igualmente, agrupar os cursos de água principais, das restantes bacias, em dois conjuntos que apresentam semelhanças na sequência de gradientes e de substratos:

- O primeiro conjunto integra os que drenam para o braço situado a nascente do concelho e directamente para o Tejo, a norte (fig. 3.18).
- o segundo conjunto engloba os que drenam para o braço do estuário situado a poente do concelho (fig. 3.19);

Separou-se a análise do perfil do Rio Coima, relativamente às das restantes linhas de água, dado que é o único curso de água que ao longo do seu percurso percorre as quatro unidades morfológicas descritas em **3.1. O ambiente físico da área de estudo** (fig. 3.17). Por se tratar do perfil que apresenta maiores variações, considerou-se conveniente apresentá-lo em primeiro lugar.

3.3.2.1. Troços homogêneos do Rio Coina

A sucessão de litofácies que o rio atravessa não apresenta quaisquer discordâncias com a sequência cronológica de deposição das camadas (fig. 3.17), à excepção da presença de formações arenosas do Pliocénico (Areias de Santa Marta) presentes numa unidade morfológica com substrato predominante do final do Jurássico (Depressão Ortoclinal) e na unidade "Costeiras", de substrato Paleogénico e Miocénico. A segunda discordância observada corresponde à repetição de fácies de calcários (Calcários de Azóia) e formações conglomeráticas (Argilas, grés e conglomerados de Vale da Rasca) do final do Jurássico, devida à acção de uma falha que o rio atravessa (fig. 3.22C).

Seguindo para jusante o Rio Coina atravessa a unidade morfológica "Planície". Nesta unidade, o declive reduz-se gradualmente mas existem algumas descontinuidades, ou seja, troços pouco inclinados (0,6%) que são separados por troços mais inclinados (fig. 3.22B). Esta variação é devida ao afluxo de sedimentos nas confluências com os tributários mais importantes: a jusante da confluência esses sedimentos acumulam-se no canal principal, diminuindo o respetivo gradiente, mas, à medida que prossegue o seu curso, o coletor principal recupera o anterior gradiente.

O troço final do Rio Coina integra a área de transição do estuário e possui uma inclinação quase nula, encontrando-se inundado na preia-mar.

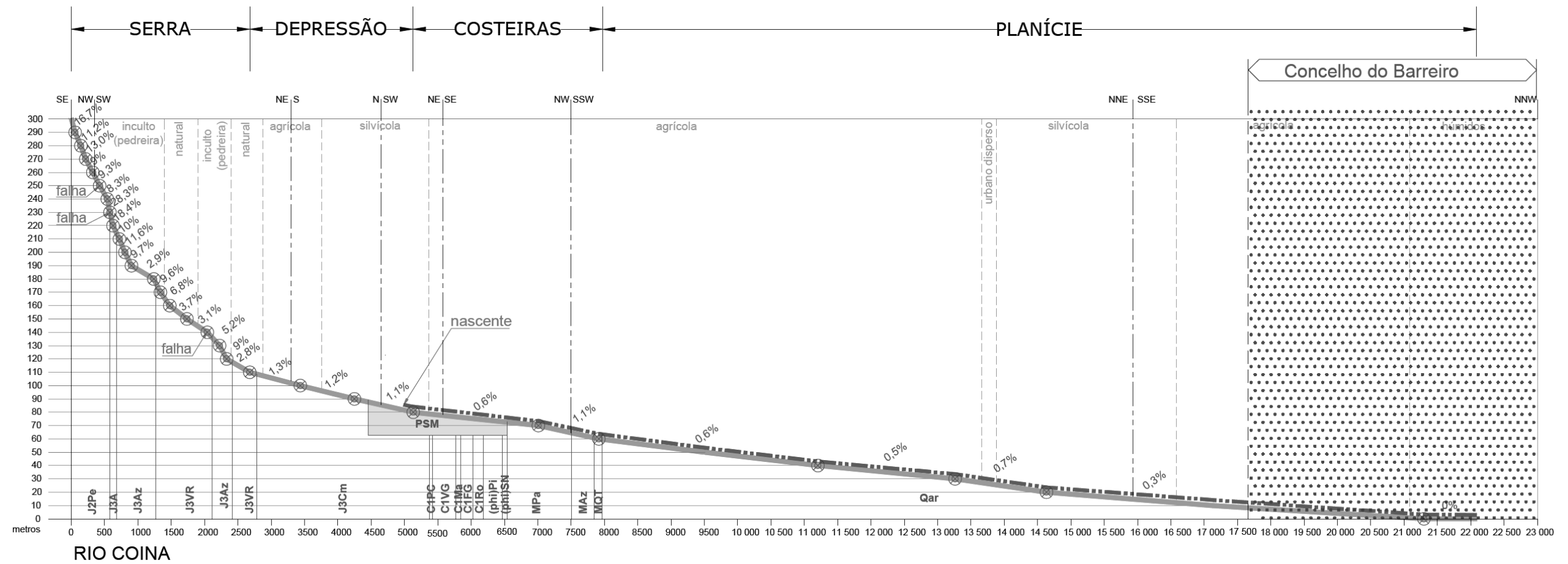


Figura 3.17 – Perfil longitudinal do Rio Coina.

Legenda das formações litológicas: Qar-Aluviões Arenosos, PSM-Formação de Santa Marta:Areias, MQT- Areias da Quinta da Torre, MAz-Argilitos e Margas de Azeitão, MPa-Calcários Margosos de Palhavã, ΦSN- Calcário da Senhora das Necessidades, ΦPi- Conglomerados, Arenitos e Margas de Picheleiros, C1Ro- Grés e argilas de Rodízio, C1FG- Grés e argilas de Fonte Grada, C1Ma- Formação de Maceira, C1VG- Grés, argilas e grés calcários da Guia e Vale de Lobos, C1PC- Grés, argilas e grés calcários de Porto da Calada, J3Cm- Conglomerados da Comenda, J3VR- Argilas, Grés e Conglomerados de Vale da Rasca, J3Az- Calcários de Azóia, J3A- Margas, Argilas e Calcários com Calhaus Negros e Conglomerados da Arrábida, J2Pe- Calcários de Pedreiras.

3.3.2.2. Troços homogéneos das linhas que drenam para este e norte

Os cursos de água que drenam os sectores leste e norte do concelho do Barreiro (fig. 3.18) percorrem, maioritariamente, as aluviões do Holocénico (Quaternário), que cobrem o substrato arenoso Pliocénico (Areias de Santa Marta).

Neste conjunto, os declives dos troços iniciais são mais reduzidos do que no primeiro, à excepção da Vala das Ratas, que atinge 2,8% e que também é a única bacia cuja área se enquadra totalmente dentro do concelho. Verifica-se, no entanto, que nunca são atingidos declives acima desse valor no percurso para jusante, prevendo-se que a velocidade do escoamento se reduza gradualmente à medida que o declive decresce até 0,5%.

Os restantes cursos de água, que compõem este grupo, integram o concelho do Barreiro, apenas na área de cabeceira (Vale Grou e Alhos Vedros), sendo ínfima a parte da Vala das Sete Fontes que integra os limites concelhios. Estamos perante cursos de água onde as intervenções antrópicas influenciam fortemente os municípios vizinhos, justificando-se o controle prévio dessas acções, por parte de uma entidade supra-municipal.

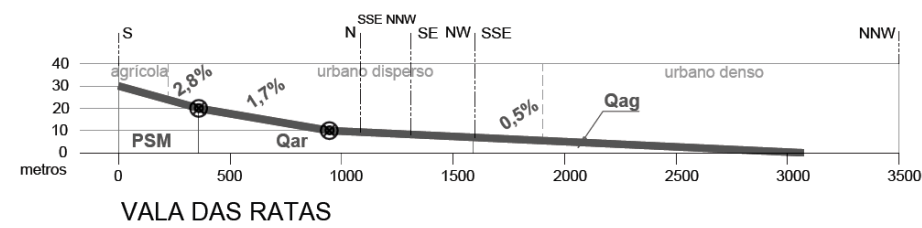
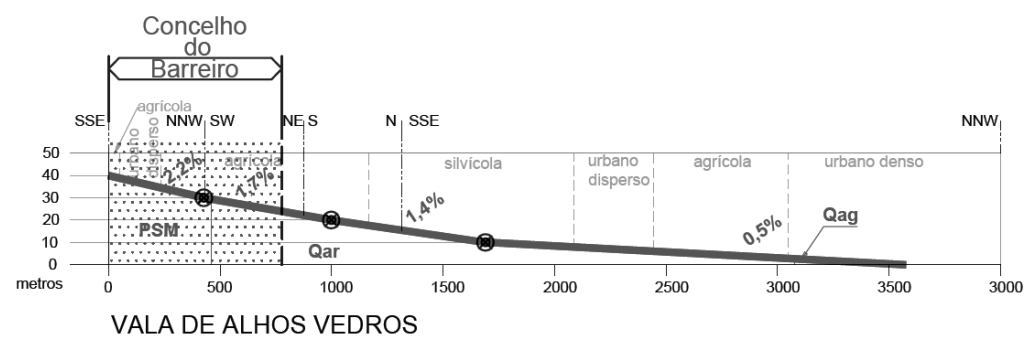
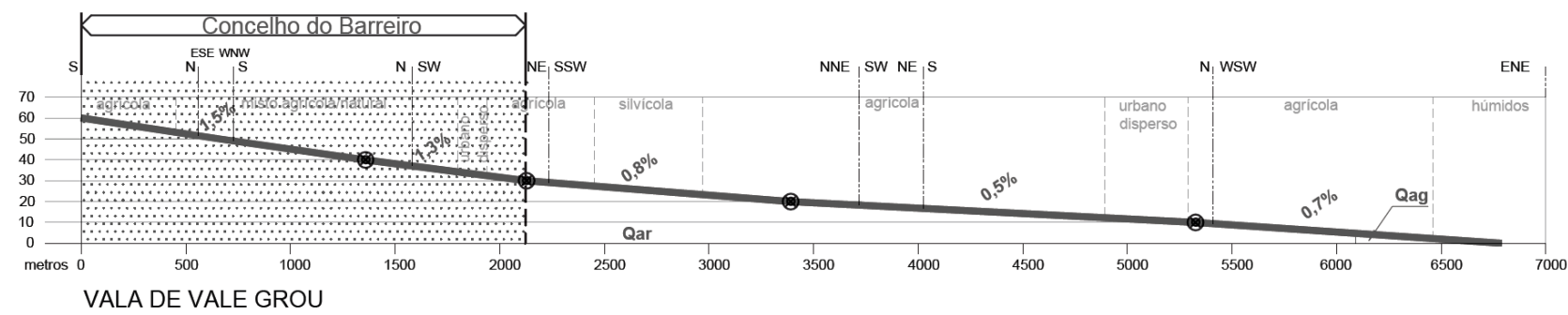
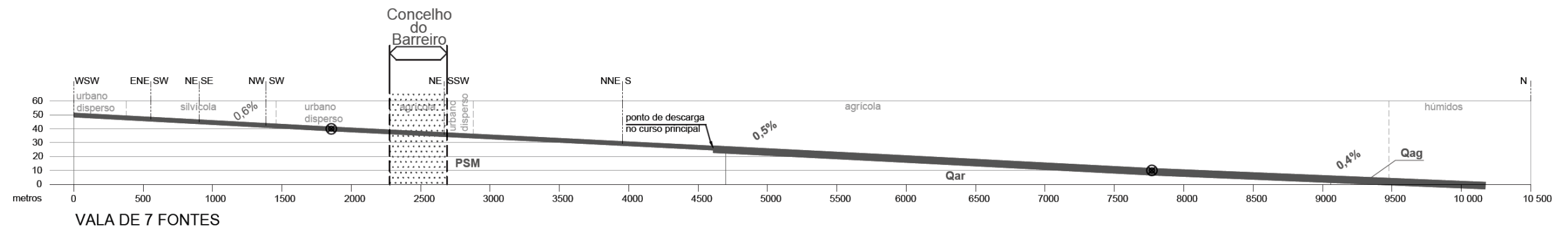
Os troços homogéneos detectados neste conjunto de linhas de água diferem de vala para vala verificando-se que a das Sete Fontes mantém o mesmo gradiente ao longo de todo o percurso considerado, podendo ser dividida em dois troços apenas em função do substrato que atravessa (areias do Pliocénico e aluviões do Holocénico).

A Vala de Vale Grou possui a cabeceira à cota mais elevada (60 m) relativamente aos restantes cursos de água do agrupamento e apresenta uma variação de declive pouco expressiva que dificulta a identificação de áreas homogéneas distintas. O troço final apresenta um declive de valor mais elevado do que o troço a montante, incongruência explicável pelo facto da Carta de Militar do IgeoE, considerar a área do estuário permanentemente inundada como um canal estreito que dista 863 m da secção de referência considerada no presente estudo. Caso a secção de referência fosse considerada na descarga, no referido canal, o declive no troço final seria reduzido para 0,4% (fig 3.22A).

A Carta Militar indica a cota dominante de 6 m junto à secção de referência para geração da bacia de Vala de Vale Grou, e não foi possível verificar, por se localizar em terrenos privados e vedados, se essa diferença relativamente à cota zero (cota altimétrica da secção de referência para a geração da bacia hidrográfica) é real. A validação da escolha da localização exacta do ponto de descarga da vala, na área permanentemente inundada do estuário, requer, portanto, o desenvolvimento de estudos locais, baseados em levantamentos topográficos a escalas superiores às utilizadas, o que não se enquadra no âmbito do presente estudo.

A Vala de Alhos Vedros tem, tal como a de Vale Grou, a cabeceira localizada no concelho do Barreiro. Esta vala tem fortes semelhanças com a Vala das Ratas, a noroeste, atravessando o substrato arenoso do Pliocénico (Areias de Santa Marta) com pendente mais elevada (acima de 2%) e suavizando-se, para jusante, quando atinge a acumulação aluvial lodosa do Rio Tejo.

No caso da Vala das Ratas dominam as aluviões lodosas sobre as arenosas, o que corresponde ao substrato de numa parte da área do extremo norte do concelho (freguesias do Barreiro e do Lavradio) basicamente influenciada pela dinâmica do Rio Tejo.



Este curso de água está integrado no concelho do Barreiro em toda a sua extensão.

Figura 3.18 – Perfis longitudinais das linhas que drenam para o estuário a Este e Norte do concelho do Barreiro.

Legenda das formações litológicas: Qag-Aluviões argilosas, Qas- Aluviões arenosas, PSM-Areias de Stª Marta, QMF- Formação de Marco Furado.

3.3.2.3. Troços homogêneos das linhas que drenam para oeste

As linhas de água que drenam a frente ribeirinha concelhia voltada para oeste, importante pela sua extensão e diversidade paisagística e ecológica, bem como as respectivas bacias, encontram-se totalmente integradas no concelho do Barreiro.

Este 1º conjunto de linhas de água (fig. 3.19) possui as cabeceiras na Formação de Marco Furado (QMF). O seu entalhe pôs a descoberto a formação subjacente (Areias de Santa Marta - PSM), que são cobertas para jusante por aluviões, onde a dinâmica fluvial se inverte, gerando a deposição de sedimentos.

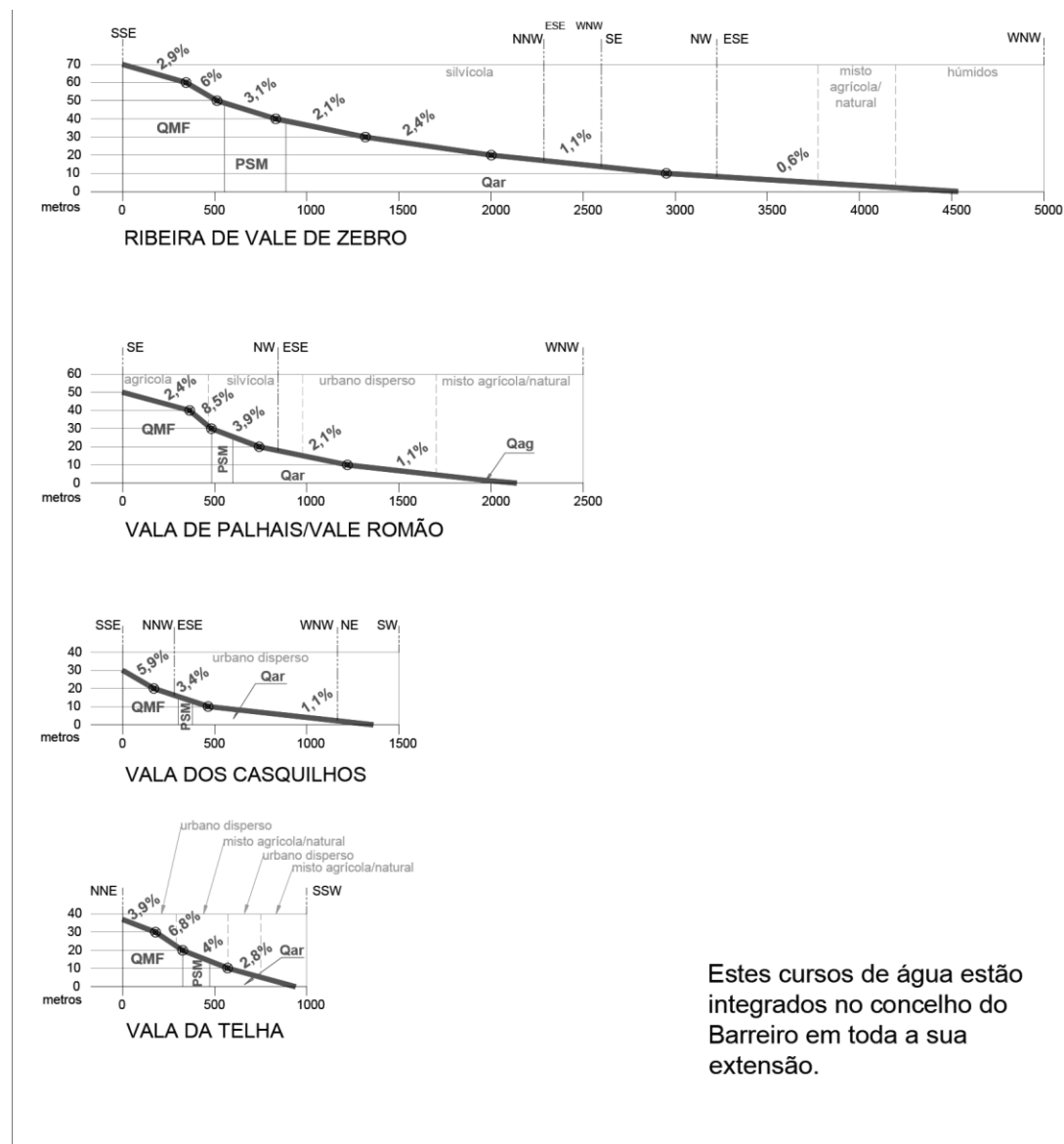


Figura 3.19 – Perfis longitudinais dos cursos de água que drenam para o braço do estuário, a oeste do concelho do Barreiro. Legenda das formações litológicas: Qag-Aluviões argilosas, Qas-Aluviões arenosas, PSM-Areias de S^a Marta, QMF- Formação de Marco Furado.

Comparando a variação dos declives, verifica-se uma grande semelhança entre as quatro bacias consideradas neste grupo. Junto às cabeceiras, localizadas no topo de elevações planálticas talhadas na Formação de Marco Furado, apresentam uma inclinação inicial mais suave (< 4%), a qual aumenta (entre 5 e 9%) ao descender essas

elevações. Quando atingem a formação arenosa mais branda (PSM) observa-se uma diminuição gradual do seu declive (entre 4% e 1,1%) até ao estuário do Tejo.

No seu conjunto, as linhas de água que drenam para oeste apresentam uma maior inclinação que as linhas de água que drenam para o sector leste do concelho.

A ribeira de Vale de Zebro é o curso de água mais longo deste conjunto e o que apresenta a cabeceira a maior altitude. Possui um sentido de escoamento geral de sudeste para noroeste, apresentando algumas alterações de orientação do percurso, tal como assinalado no perfil longitudinal, mas que, no entanto, não conferem sinuosidade à linha de água. Considerados os intervalos determinados por Leopold e Wolman em 1957, verifica-se que a ribeira em questão, assim como todas as outras linhas de água principais das bacias hidrográficas consideradas no estudo, pode ser classificada como rectilínea.

A ribeira de Vale Zebro não tem alimentação permanente, mas existem dois represamentos que se mantêm permanentemente preenchidos e 6 fontanários, localizados próximo das suas cabeceiras (fig. 3.20), que debitam água corrente durante o ano inteiro. Verificou-se que esse fluxo contínuo é imediatamente absorvido, em situação de estiagem, não chegando a formar-se qualquer leito de águas correntes, como sucede na bacia hidrográfica a norte (Palhais/Vale Romão).



Figura 3.20 –Fontanário da Mata da Machada / ribeira de Vale Zebro - (Agosto de 2012)

O sistema de Palhais/Vale Romão, embora pudesse ser entendido como duas bacias distintas, optou-se por considerá-lo, um só sistema hidrográfico. Da análise do ortofotomapa e em visita ao local, verificou-se que a confluência dos dois subsistemas, se situa ligeiramente a montante do ponto em que foi considerada a secção de referência para a geração da bacia (fig. 3.21).



Figura 3.21 – Secção de referência da bacia de Palhais/Vale Romão (Agosto de 2012)

Constatou-se que a Vala de Palhais possui alimentação permanente, ao ser observada água corrente em pleno verão, após um inverno anormalmente seco como o registado em 2011/2012. Não foi possível localizar a nascente por estar integrada num terreno privado murado, constatando-se que possui alimentação permanente em metade da sua extensão e sendo possível, no entanto, que a nascente real se localize muito perto da cabeceira considerada, junto ao IC21 (fig.3.21).

A originalidade da Vala da Telha, relativamente ao resto deste agrupamento, deriva do sentido de escoamento se efectuar “ao contrário”, ou seja, de norte para sul possuindo, igualmente, gradientes mais acentuados e a linha de água mais curta. Possui semelhanças morfológicas com o segundo curso de água importante da bacia de Palhais/Vale Romão, mais precisamente a Vala de Vale Romão, relativamente à orientação e declive dos diferentes troços.

O perfil longitudinal da Vala dos Casquilhos é distinto dos restantes, por não apresentar um início de entalhe incipiente, junto à cabeceira. Essa originalidade deve-se apenas ao facto de o troço inicial desta linha de água (que apresentava inicialmente um declive inferior a 3%, como nos restantes cursos de água deste grupo) se encontrar completamente entulhado, decidindo-se, por isso, excluí-lo da representação no perfil.

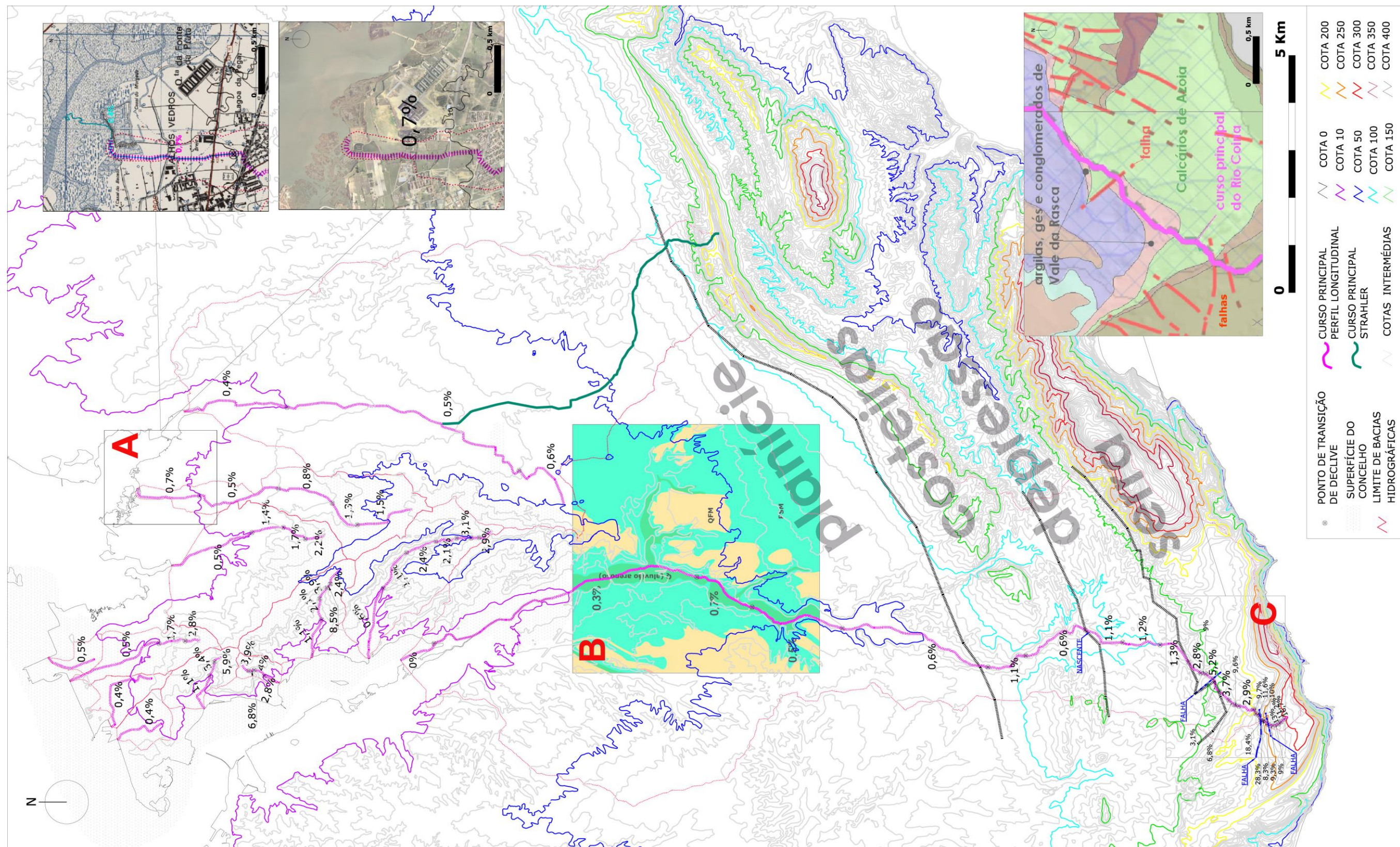


Figura 3.22 – Mapa de apoio à leitura dos perfis longitudinais

3.3.3. Caracterização das bacias e linhas de água principais à escala do concelho

Os sistemas hidrográficos das bacias designadas como Urbanas (1, 2 e 3), Casquilhos e Ratras, apresentam-se como as mais transformadas pela acção humana. No caso das linhas de água Urbanas 1, 2 e 3 não existem quaisquer vestígios das originais, uma vez que a área já se encontrava totalmente urbanizada previamente a 1950 (Urbanas 2 e 3). Já relativamente à bacia Urbana 3 comprovou-se, igualmente, a partir da comparação do CGPR com bases cartográficas mais actualizadas, que grande parte da área da bacia hidrográfica corresponde a aterros sucessivos, que ampliaram consideravelmente a área dos terrenos integrados no complexo industrial da Quimiparque (fig. 3.23).

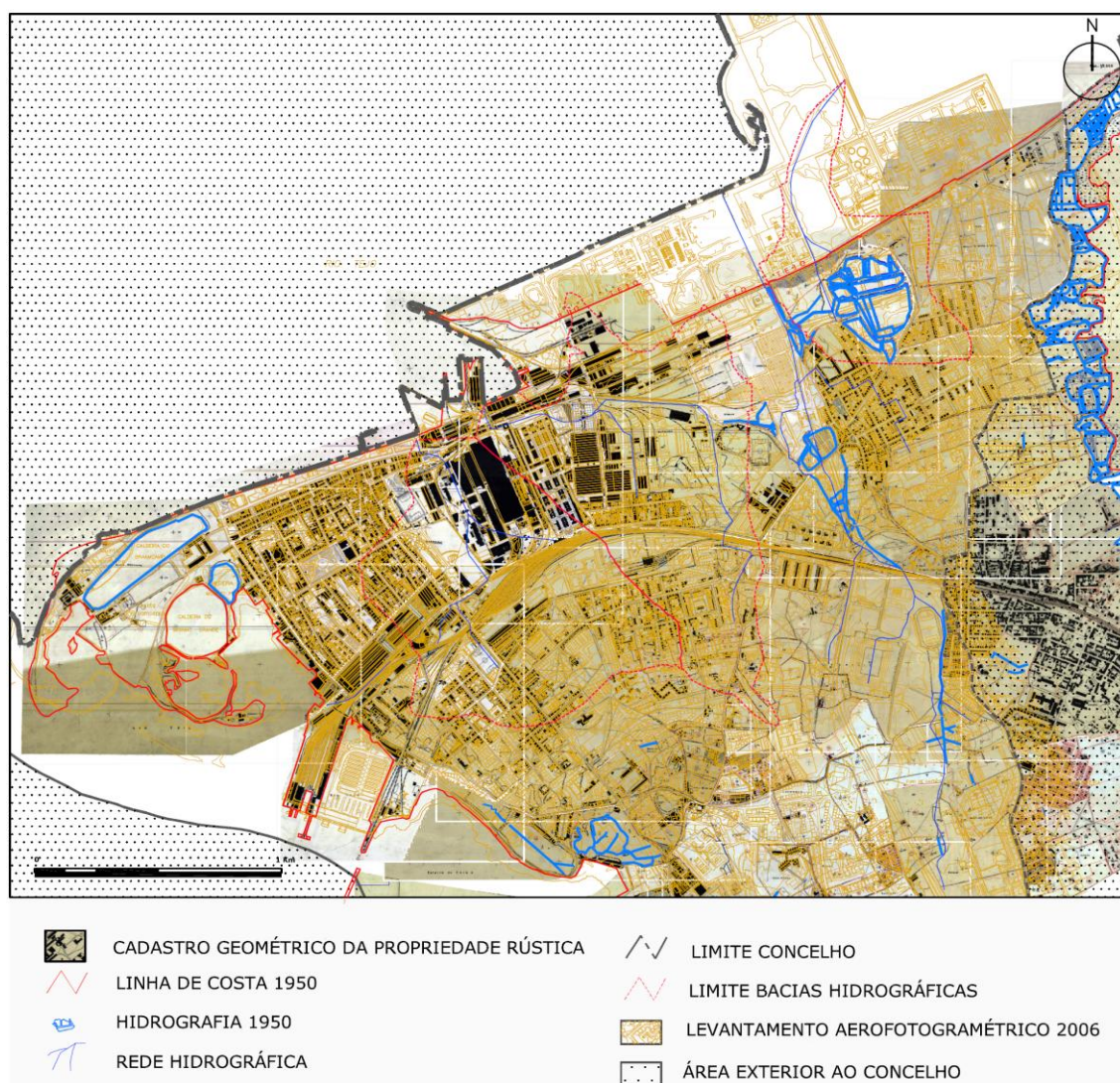


Figura 3.23 – Evolução das bacias hidrográficas Urbanas 1, 2 e 3

A Vala das Ratras (fig. 3.24) funciona como colector, a céu aberto, de uma área que extravasa largamente os limites da própria bacia, integrando a rede de drenagem entubada indiferenciada (sistema de águas pluviais e residuais) de uma parte considerável do território da Quimiparque e grande parte da freguesia do Lavradio (Plano Geral de Águas e Saneamento do Concelho do Barreiro (PGAS, 2011).

Com a entrada em funcionamento da ETAR Barreiro/Moita, situada no extremo nor-nordeste do concelho do Barreiro, esta situação será alterada relativamente aos efluentes domésticos uma vez que serão descarregados, após tratamento, directamente no estuário do Tejo.

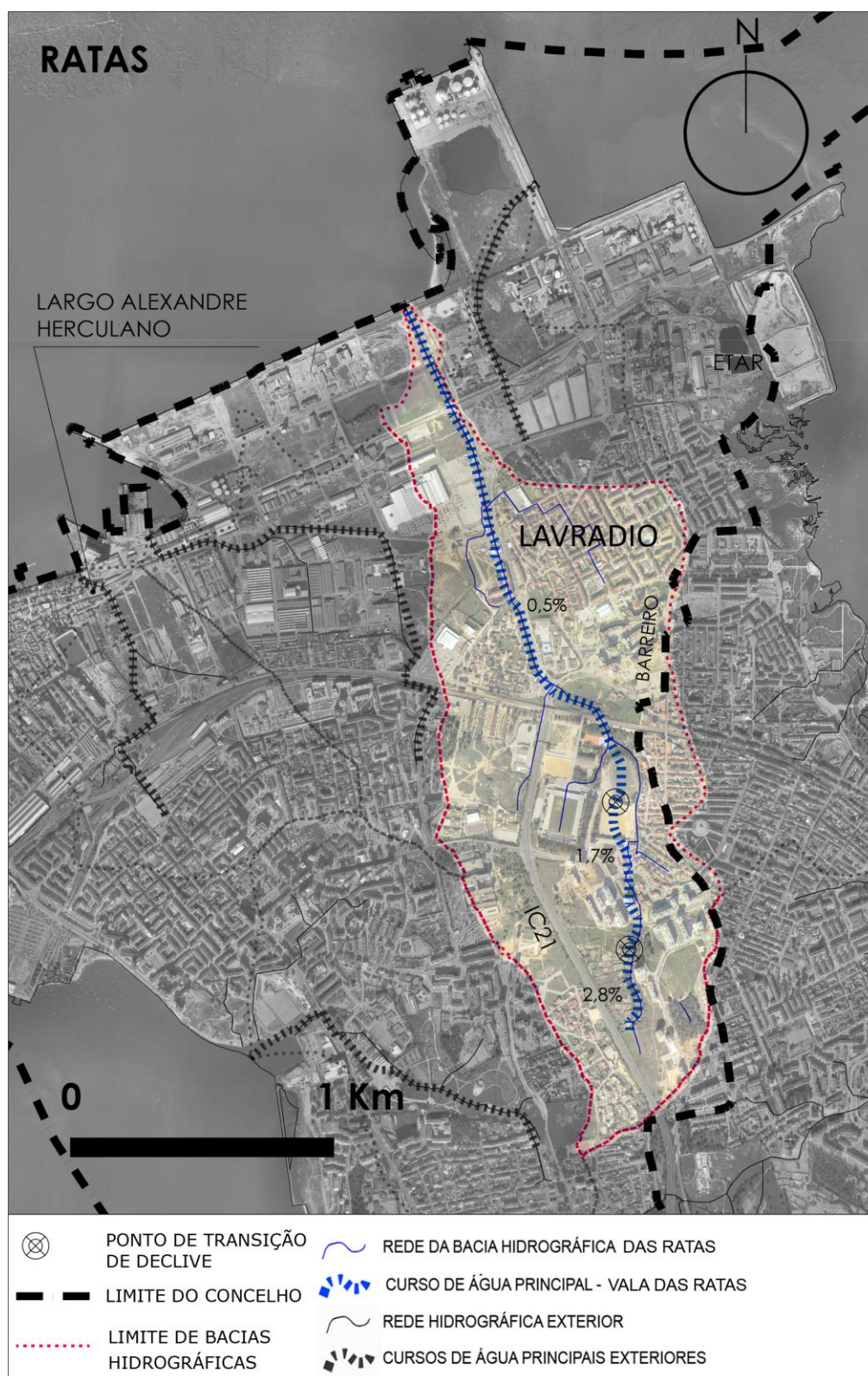


Figura 3.24 – Ratias – bacia e curso de água principal

Apesar da topografia permitir a geração de 4 bacias hidrográficas com drenagem para o estuário (Ratas e Urbanas 1, 2 e 3), a execução da rede de drenagem artificial força a totalidade dos efluentes pluviais a drenar para a Vala das Ratas. Considerando a forte influência da maré neste canal artificializado, é frequente a incapacidade da rede efectuar a descarga eficaz na vala, sempre que se conjuga um episódio de precipitação forte e continuada, com a preia-mar.

Episódios de cheias foram observados duas vezes ao longo de vinte anos (1993 e 2011) nas áreas mais deprimidas da Cidade do Barreiro (Largo Alexandre Herculano) admitindo-se que tenham ocorrido anteriormente a 1993. Não foi, no entanto, possível obter registos de ocorrência de cheias anteriores a essa data e os moradores consultados, ainda que afirmem a continuidade do fenómeno, não conseguiram precisar se a recorrência de 10 anos se tem vindo a manter.

Após compra do terreno “entre a praia do Norte, no Barreiro e a Praia dos Moinhos, no Lavradio”, em 1907, pela Companhia União Fabril à família Bensaúde (<http://industriacuf.blogspot.pt/>), toda essa área norte do concelho foi sendo progressiva e rapidamente impermeabilizada. O processo de impermeabilização foi agravado com a própria expansão dos aglomerados populacionais mais próximos do pólo industrial, a cidade do Barreiro, propriamente dita, a poente da Vala das Ratas e o aglomerado do Lavradio, a nascente. Considerando os sucessivos avanços do território da CUF sobre o estuário compreende-se a necessidade de criação de uma vala canalizada dimensionada para um caudal que considerou a drenagem do esgoto unitário (pluvial e doméstico) de toda a área urbanizada.

Relativamente à Vala dos Casquilhos, não se encontram vestígios da linha de água original, apesar de uma grande parte do seu percurso estar actualmente integrado numa área verde do Concelho, designada de “Parque da Cidade”. A criação dessa área verde introduziu alterações na topografia e o curso de água superficial existente não segue, exactamente, o percurso do original. As intervenções executadas e a executar na frente ribeirinha, onde a vala já não possui descarga no estuário a céu aberto (fig. 3.25) reforçam a cisão entre a linha de água recriada e o troço final original.

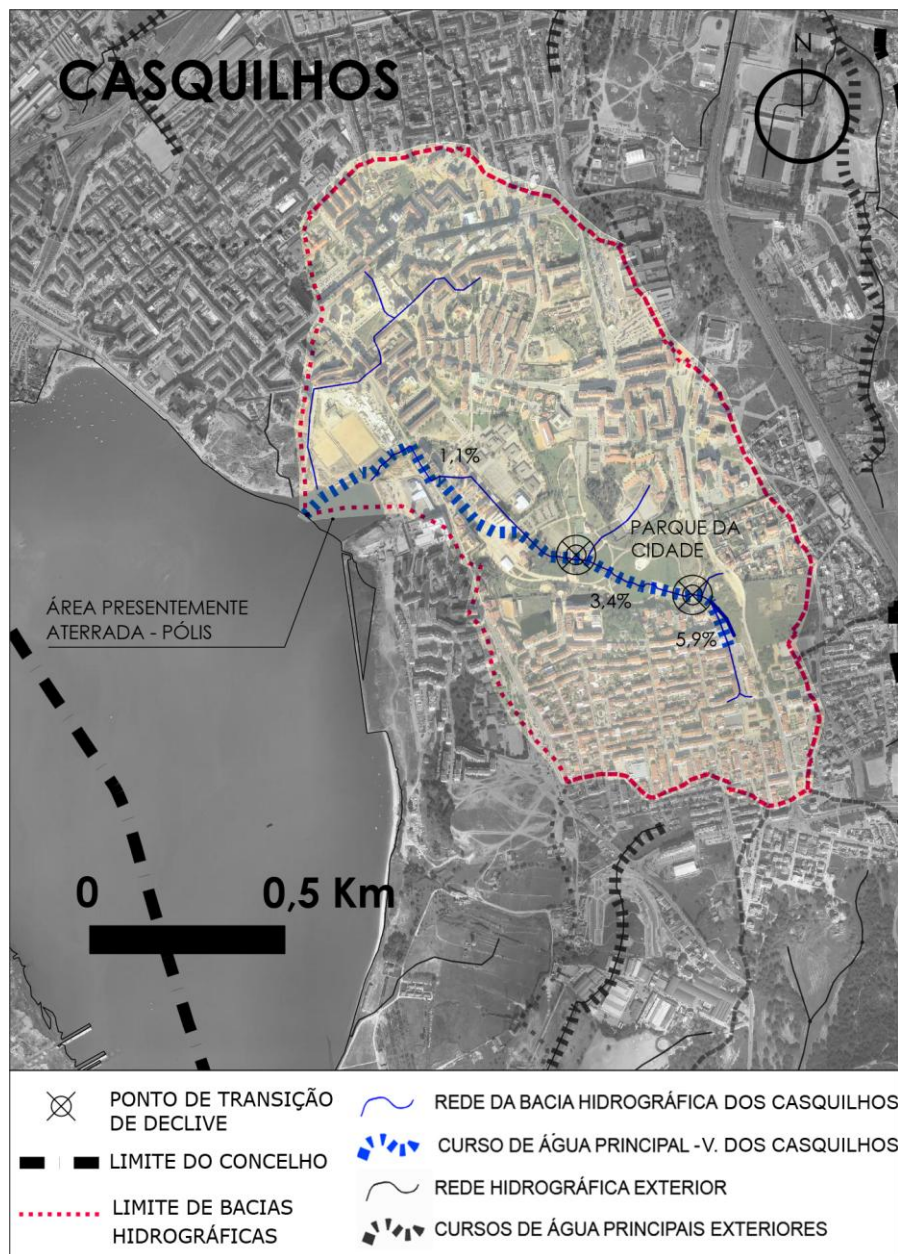


Figura 3.25 – Casquilhos– bacia e curso de água principal

Está previsto manter o encanamento da linha de água junto à foz, apesar da frente ribeirinha no local ser, também ela, um parque verde (parcialmente executado ao abrigo do programa POLIS). Detectou-se, inclusivamente, que a situação reportada no ortofotomapa de 2006 (fig 3.25) já não corresponde à realidade uma vez que a reentrância do estuário na linha de margem foi totalmente entulhada (fig. 3.26).



Figura 3.26 – Evolução do sector terminal da bacia hidrográfica dos Casquilhos (fontes CGPR, aplicação informática da CMB – SIGMA /URB, Google maps, Bing maps e candidatura ao programa POLIS, CMB)

Se considerarmos conjugadamente as características das bacias, como o declive e a forma segundo Horton) verificamos a existência de duas bacias, muito semelhantes: Casquilhos e Palhais/Vale Romão que, apesar de possuírem área inferior a 3,5 km², propiciam a criação de um habitat potencialmente rico (fig. 3.27) junto à descarga no estuário.



Figura 3.27 - Desembocadura da Bacia dos Casquilhos em 1928 (imagem retirada de filme realizado por Artur da Costa de Macedo, Cinemateca Portuguesa)

Em ambos os casos, a confluência, junto ao estuário, permitiu combinar as dinâmicas das respectivas redes de drenagem, com o sistema estuarino, também ele uma área de transição marinho/fluviál, no aproveitamento da energia das marés com a instalação de Moinhos de Maré, para moagem de cereais.

Torna-se urgente intervir, em termos de planeamento territorial, de modo a reduzir a vulnerabilidade que actualmente se verifica, na bacia dos Casquilhos, e evitar a criação de novas áreas vulneráveis, como se prevê que venha a suceder na relativamente pouco alterada bacia de Palhais/Vale Romão (fig. 3.28), em virtude da classificação de grande parte da sua área, no PDM em vigor, como expansão urbanística (fig. 3.29).



Figura 3.28 – Moinho de maré de Palhais e laguna para onde drena a Vala de Vale Romão (fotografados em Agosto de 2012)

A integração da área, ainda por urbanizar, da bacia de Palhais/Vale Romão, a poente da Estrada Nacional 10-3 (Quinta dos Moinhos), na Reserva Natural Local do Sapal do Rio Coina e Mata Nacional da Machada, publicada no Regulamento n.º 427/2012, de 16 de Outubro, permitirá condicionar a edificação nessa área e a reclassificação das áreas de expansão urbana (fig. 3.29), que não foram entretanto urbanizadas, como EEM, no processo de revisão do PDMB.



Figura 3.29 – Telha e Palhais – Planta de Ordenamento do Plano Diretor Municipal em vigor

A Vala da Telha encontra-se parcialmente encanada, num troço que deveria dissipar a energia incrementada pelo declive considerável do troço a montante (6,8%). Considerando que a envolvente próxima desse entubamento foi totalmente impermeabilizada, no processo de urbanização da área industrial de Sete-Portais (fig. 3.30,) essa dissipação não se verifica, resultando a recorrência de situações de desabamento das margens, sempre que ocorrem chuvas mais fortes, junto à transição do troço encanado para o troço final, a descoberto. A ocorrência desses desabamentos foi formalmente reportada pelo proprietário dos terrenos que o troço final atravessa, em 16 de Dezembro de 2002, não sendo possível comprovar, uma vez que se trata de uma parcela privada e vedada, se as medidas indicadas pela Câmara para ultrapassar o problema, na sequência da reclamação formal, foram executadas e se os desabamentos deixaram de ocorrer.

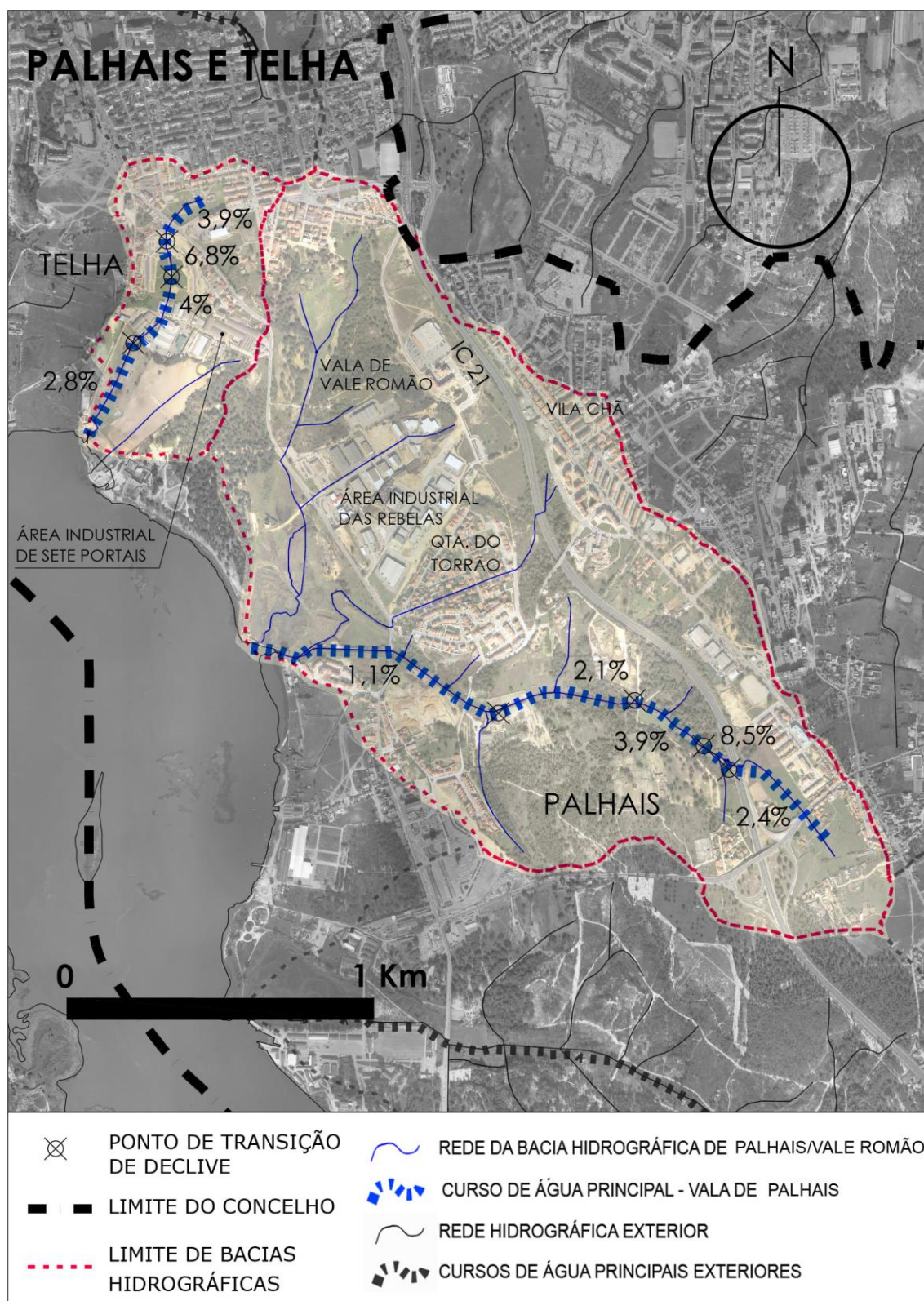


Figura 3.30 – Telha e Palhais – bacias e cursos de água principal

A Vala de Palhais, que atravessa área urbana em 34% da sua extensão total, não apresenta particularidades significativas, relativamente às demais, correspondendo a uma fase intermédia de transformação por acção antrópica, entre a relativamente bem conservada Ribeira de Vale Zebro e a funcionalmente adulterada Vala dos Casquilhos. Apesar de estar previsto, no PDM em vigor, o incremento da ocupação

urbana em praticamente toda a área da bacia, não foram ainda desenvolvidas todas as operações de loteamento e edificação previstas no PDM. Desta forma, a relação funcional entre frente estuarina e rede hidrográfica que para ela drena, ainda se mantém, podendo e devendo ser evitada uma situação semelhante à que se verifica na bacia dos Casquilhos.

A Vala de Palhais encontra-se encaixada entre áreas urbanizadas (fig. 3.24) e, apesar de estar prevista a preservação da linha de água e respectivas margens (assim como a Vala de Vale Romão), na REN integrada no PDM de 1ª geração, a restante área da bacia encontra-se classificada como de expansão urbana. Constata-se, por análise da localização das aluviões e do CGPR, que existiam outros cursos de água de hierarquia idêntica às valas de Vale Romão e Palhais, que foram entretanto suprimidos no decorrer dos processos de urbanização dos prédios rústicos, que esses cursos de água drenavam (Quinta do Torrão e Quinta das Rebelas).

A Vala das Sete Fontes, que atravessa área urbana em 10% da sua extensão total, corresponde ao curso de água em meio rural que foi mais radicalmente alterado, situação observada através da comparação do traçado actual, detectável no ortofotomapa (fig. 3.31), com o CGPR e com a Carta Militar de Portugal.

No traçado a montante do polígono industrial da Auto-Europa (Palmela)/ autoestrada A2), a linha de água, propriamente dita, deixa de ser visível no ortofotomapa, sendo aparente, apenas, a planície aluvial que não se encontra urbanizada. Através de visita ao local verificou-se que não existem, de facto, canais de escoamento bem definidos sendo real a redução dos valores de densidade de drenagem indicada no mapa analisado em **3.2.7. Densidade de drenagem** (fig. 3.12) que decorre da permeabilidade do substrato arenoso (Areias de Santa Marta).

Na área deprimida da Penalva (Baixa da Penalva), onde o tributário da Vala das Sete Fontes, atravessa o concelho do Barreiro, a permeabilidade do substrato referido, em situações de precipitação intensa, não tem sido suficiente para permitir o escoamento da água drenada pela sub-bacia da Penalva. São frequentes as cheias derivadas de obstrução das valas de escoamento artificiais, que foram adaptadas aos limites das propriedades agrícolas e substituíram a linha de água original, a qual atravessava as propriedades ao invés de as contornar. As alterações bruscas de direcção da vala e a rectilinearidade dos seus troços serão, portanto, responsáveis pela instabilidade das margens e pelo transporte e acumulação de detritos a jusante. Outro factor condicionante importante para a ocorrência de cheias, na área deprimida da Penalva, é a confluência do tributário de maior hierarquia (Strahler 3), que drena esta sub-bacia, na vala das Sete Fontes propriamente dita (Strahler 4). Ainda que essa confluência seja exterior ao concelho do Barreiro.



Figura 3.31 – Sete Fontes – bacia e curso de água principal

A vala de Vale Grou apresenta a particularidade de interligar Áreas Urbanas de Génese Ilegal (AUGI), ao longo do seu traçado através dos concelhos da Moita e Barreiro (fig. 3.32). Por este motivo, apresenta estrangulamentos e bloqueios de origem antrópica ao escoamento desta linha de água. A forma alongada da bacia e a permeabilidade do substrato têm, até à data, evitado a ocorrência de cheias, independentemente da proliferação dos pontos críticos referidos. A Vala de Vale Grou atravessa área urbana em 8% da sua extensão total.

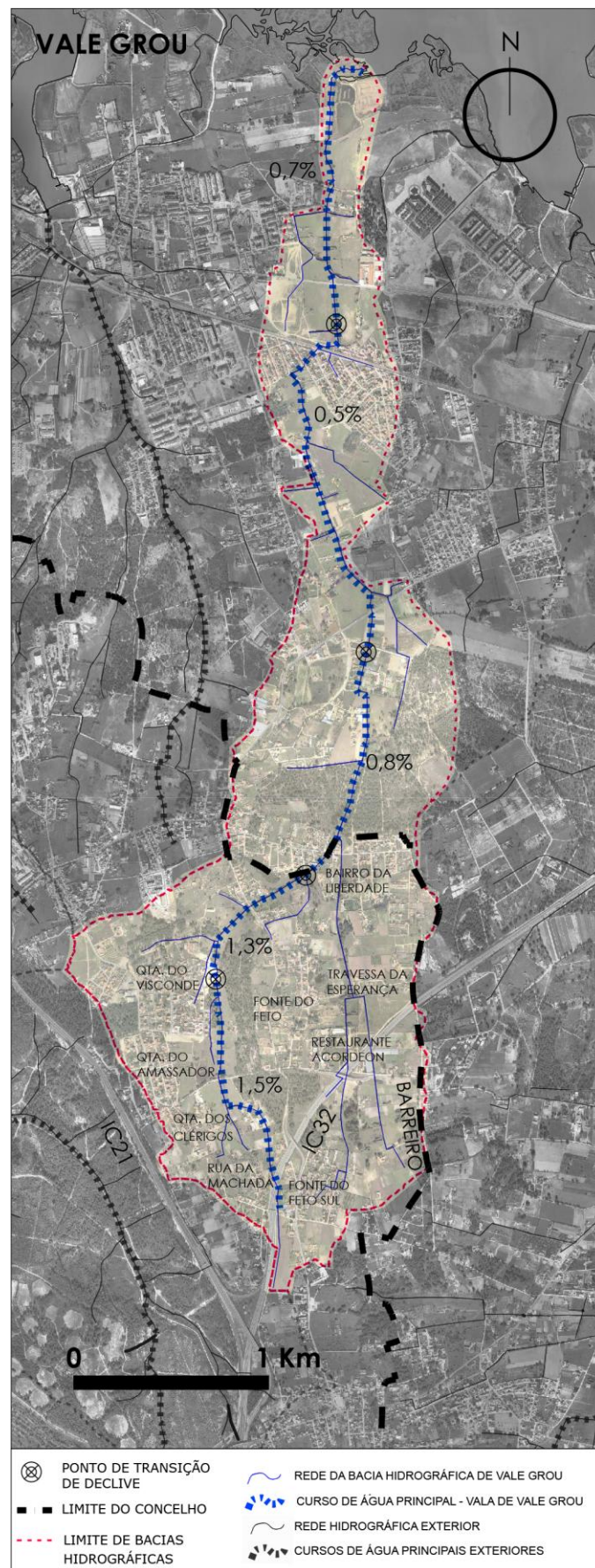


Figura 3.32 – Vale Grou – bacia e curso de água principal

A bacia de Alhos Vedros não apresenta uso agrícola dominante, apenas porque integra a área de expansão desordenada (Baixa da Banheira e Vale da Amoreira) sendo, no entanto, pequena a diferença entre a área com uso urbano disperso e o uso agrícola. A Vala de Alhos Vedros atravessa área urbana em 30% da sua extensão total.

O sector montante, junto à cabeceira da Vala de Alhos Vedros encontra-se praticamente livre de urbanização, mas o PDM do Barreiro prevê a expansão urbanística neste sector, tendo sido decretadas Medidas Preventivas para a execução de um Plano de Pormenor intermunicipal (Barreiro/Moita) cuja elaboração não chegou, no entanto, a ser concluída e acabando essas medidas por caducar entretanto (Quinta da Migalha). Os tributários que drenam a partir do interflúvio comum à bacia de Palhais/Vale Romão têm vindo, pelo contrário, a ser encurtados na sequência de uma operação de loteamento de uma área de aproximadamente 10 ha (Vila Chã) licenciada em 1965 (fig. 3.33) e que também representa uma preocupante impermeabilização da área das cabeceiras, nesta bacia hidrográfica.

A forma circular da bacia, a densidade de drenagem e o facto de se encontrar parcialmente impermeabilizada, tem vindo a originar situações de cheias recorrentes, sempre que ocorre precipitação intensa, estando prevista a execução de bacias de retenção no Plano Geral de Águas e Saneamento do Concelho do Barreiro (PGAS) para obviar o problema.

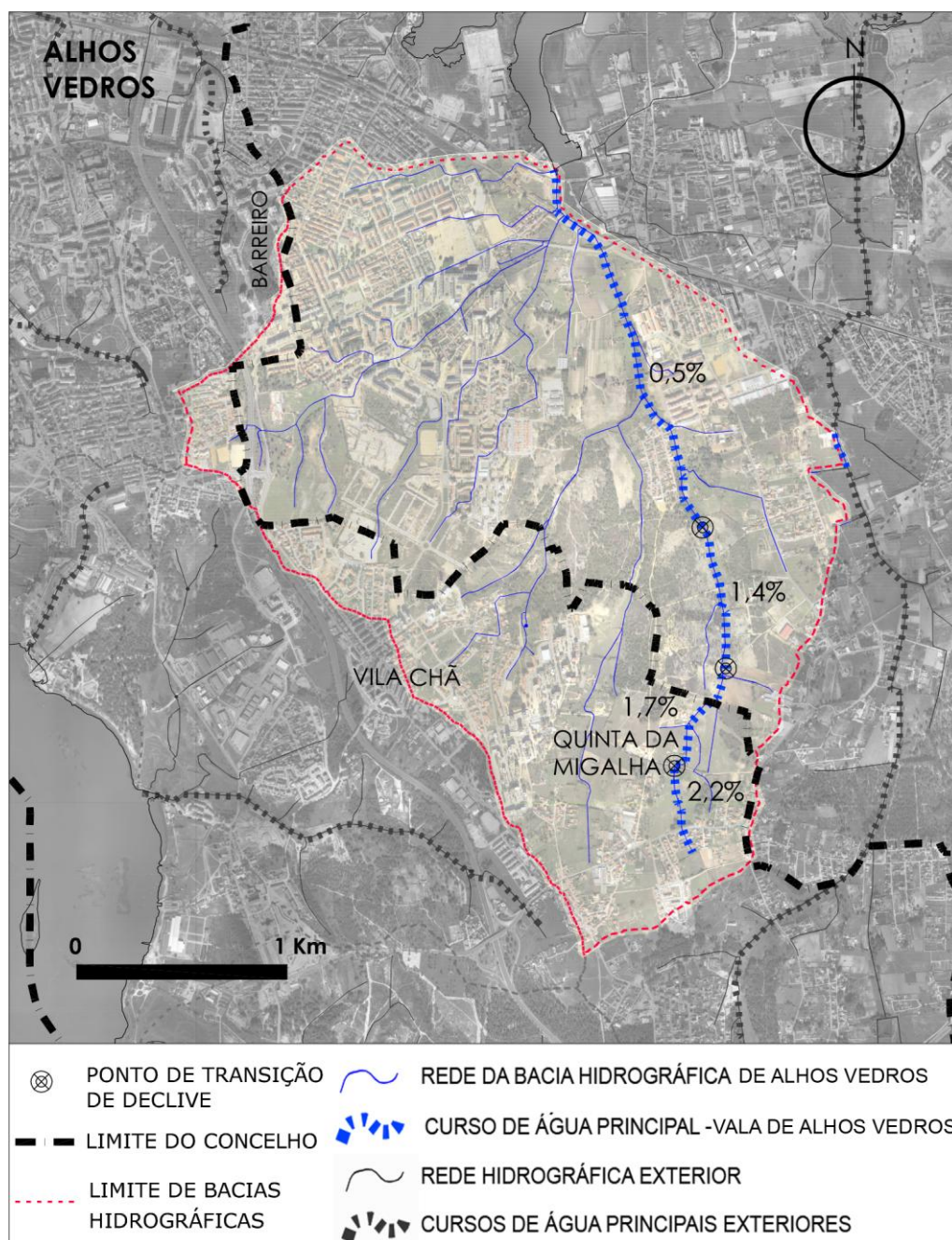


Figura 3.33 – Alhos Vedros – bacia e curso de água principal

A bacia de Vale Zebro representa um caso excepcional de predominância do uso silvícola (82%), sendo insignificante a percentagem de uso urbano presente (6%). Está presentemente a decorrer uma iniciativa de criação de uma Reserva Natural Municipal nessa área, por parte da autarquia, praticamente coincidente com o perímetro florestal de gestão estatal, considerado no Plano regional de ordenamento florestal da Área Metropolitana de Lisboa (PROFAML) e designado como “Mata da Machada”. O valor ecológico do bosque ripícola junto à ribeira encontra-se, no entanto, bastante comprometido na sequência de infestação com espécies exóticas (Porto, 2008). A edificação de um complexo proto-industrial junto à descarga no estuário (Complexo Real de Vale de Zebro) desde o século XV (Reservas Museológicas CMB, 2008) e a actual ocupação desse espaço com a Escola de Fuzileiros de Vale Zebro (fig. 3.34) determinaram, por outro lado, as alterações importantes detectadas

nesse troço terminal, sendo o curso de água desviado para a laguna a norte (pista de lama da Escola de Fuzileiros), que corresponde à actual descarga no estuário.

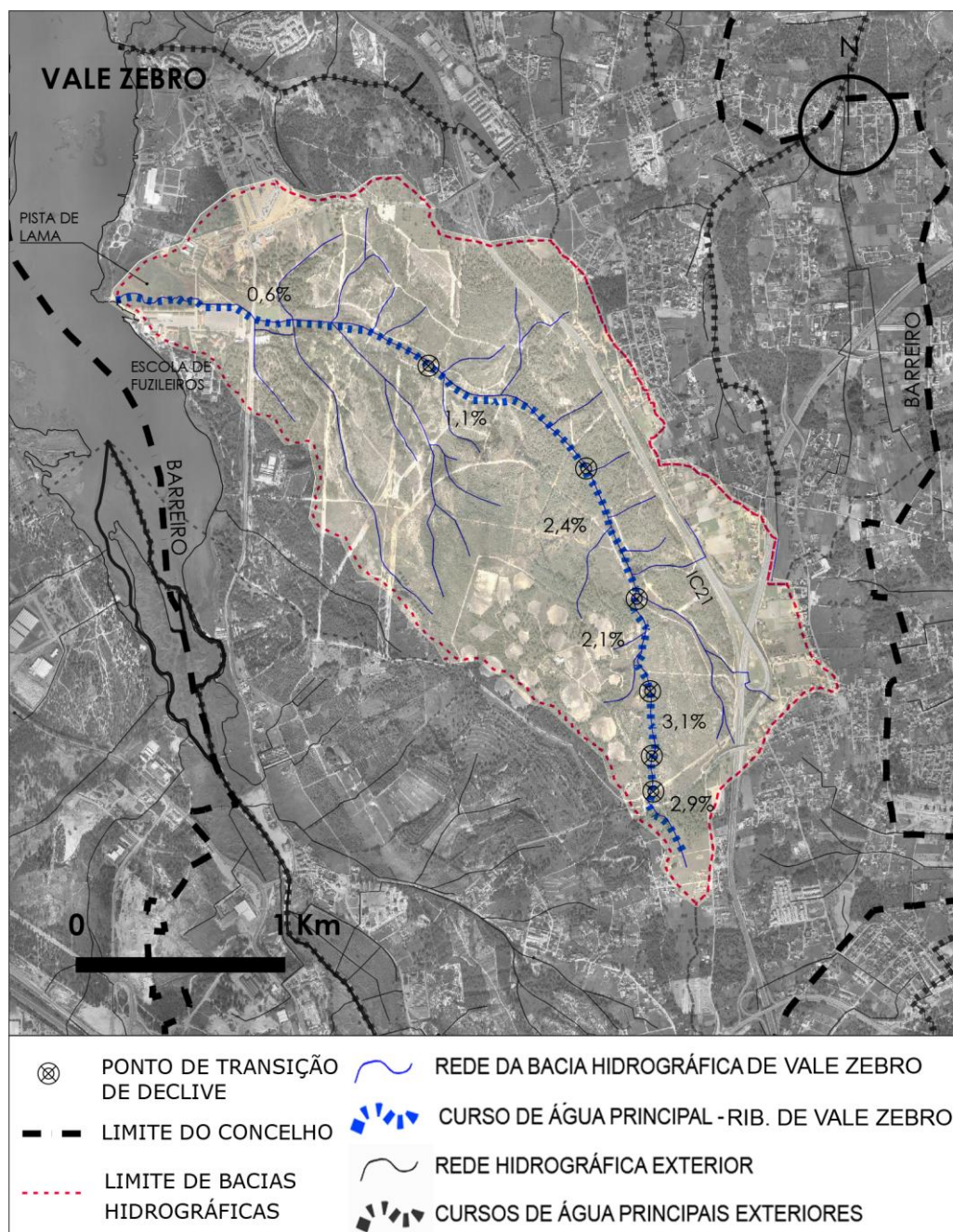


Figura 3.34 – Vale Zebro – bacia e curso de água principal

A área da bacia hidrográfica do Rio Coina integrada no concelho do Barreiro, é proporcionalmente insignificante quanto à área total da bacia (6%). A linha de água apresenta no seu troço final, ambas as margens integradas no concelho do Barreiro (fig. 3.35). As formalidades e a conjugação de vontades tendo-se em vista o planeamento e a execução de acções de reabilitação da linha de água encontram-se, por esse motivo, consideravelmente facilitadas nesse sector terminal no curso de água em questão.

Para além dessa particularidade, e à semelhança do que sucede na bacia da Vala das Sete Fontes, com a sub-bacia da Penalva, o concelho do Barreiro integra uma importante sub-bacia (Covas de Coina), cuja confluência no Rio Coina corresponde a um potencial ponto crítico da bacia (fig. 3.8), cuja susceptibilidade a cheias tem sido incrementado pela gradual urbanização e impermeabilização da área a montante, delimitada como AUGI em 1995 e estando actualmente prevista a sua reconversão.

Já se verificou, no ponto **3.2.5. Classificação numérica dos troços**, que o desvio da Vala de Covas de Coina para sul originou a transição da confluência do curso com hierarquia Strahler 3 no próprio Rio Coina mais para montante.

Relativamente aos factores variáveis que condicionam o funcionamento do sistema hidrográfico, tais como o uso do solo, verifica-se que o rio atravessa, muito pontualmente, áreas urbanizadas (1%). Corresponde, a par da Ribeira de Vale Zebro, o que apresenta, ao longo de todo o percurso, condições mais propícias para a reabilitação.

3.3.4. Síntese da interacção das características permanentes e variáveis das bacias hidrográficas

O presente capítulo aborda os factores físicos condicionantes do funcionamento do sistema hidrográfico, tais como o relevo e as características areais e lineares do sistema hidrográfico. Estes factores apresentam-se relativamente estáveis, embora possam surgir alterações súbitas, a que o sistema se adapta, com resultados praticamente idênticos às mudanças graduais que ocorrem a escalas temporais de 10^4 anos, consideradas “geológicas” (Brierley & Fryirs, 2005). Os factores variáveis, como o uso do solo, podem, no entanto, alterar-se em horas, como é o caso dos incêndios de áreas silvícolas, requerendo uma monitorização contínua, base essencial à elaboração de IGT e tomada de decisões pelas entidades administrativas do território.

A análise do crescimento urbano entre 1950 e 2005, apresentada no presente relatório, constitui um exemplo dessa monitorização, podendo ser-lhe acrescentada a comparação com a situação reportada no Ortofotomapa de 2010, assim que a CMB o obtenha.

Concluída a análise dos referidos factores importa efectuar uma síntese conclusiva que permita a transição para o capítulo seguinte, ou seja, após hierarquizar os sistemas hidrográficos em função de cada um dos factores considerados determinantes para o seu funcionamento, interessa definir semelhanças e agrupamentos transversais, que fundamentem a integração, ou não, dos cursos de água que drenam o concelho na REN e na EEM.

A Tabela 3.12 identifica as bacias que, para cada factor condicionante, apresentam maior susceptibilidade a cheias.

		NOME DO CURSO DE ÁGUA PRINCIPAL DA BACIA HIDROGRÁFICA											
		Coina	VZebro	Palhais/ VRomão	Telha	Casquilhos	Urbana3	Urbana2	Ratas	Urbana1	AVedros	VGrou	7Fontes
FACTORES CONDICIONANTES	Área da bacia												
	Forma da bacia												
	Strahler/Shreve*												
	Densid. de drenagem												
	Rugosidade												
	Declive												
	Perm. Composta												
	Tempo de concentração												

* agrupado por se ter constatado existir correspondências destes dois tipos de classificação, nos mesmos sistemas

Tabela 3.12 – Síntese da interacção dos factores condicionantes estudados.

Verifica-se que o sistema da Ribeira de vale Zebro é o que acumula valores significativos num maior número de factores seguindo-se os do Rio Coina, da Vala das Sete Fontes e o da Vala da Telha (que se encontra urbanizada em mais de metade da sua área).

Considerando-se, no entanto, que o factor “área” prevalece sobre os restantes e que a bacia da Telha possui uma área diminuta ($0,4 \text{ km}^2$), considera-se incongruente a delimitação de qualquer “Zona Ameaçada por Cheias (ZAC)” (RJREN, 2008).

Relativamente à Ribeira de Vale Zebro considera-se que a existência de um substrato relativamente permeável em toda a área e a reduzida probabilidade de que venha a

ser urbanizada, permitem excluí-la, igualmente, do grupo de bacias susceptíveis a cheias, restando, portanto, as bacias do Coina e de Sete Fontes.

Consta-se que, de 1994 para a actualidade, culminando com a publicação das Orientações estratégicas de âmbito nacional e regional (OEANR), em 3 de Outubro de 2012, tem-se vindo a ultrapassar a falta generalizada de estudos de referência, para enquadrar os localmente efectuados, numa perspectiva mais abrangente:

- Considerando o QRR-AML, verifica-se que área identificada como susceptível a cheias, no concelho do Barreiro, está restringida ao (1) extremo nascente (Alburrica e terminal ferro-fluvial) e (2) à área de influência do sector terminal do Rio Coina, a montante da descarga no Estuário do Tejo. O presente estudo, que ampliou a escala de análise relativamente à do QRR-AML, não detectou a existência de outras áreas com classe de susceptibilidade análoga.
- Considerando o definido no “Quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações” (Decreto-Lei n.º 115/2010 de 22 de Outubro), verifica-se não existirem descrições “das inundações ocorridas no passado que tenham tido impactos negativos importantes na saúde humana, no ambiente, no património cultural, nas infra-estruturas e nas actividades económicas” (3.b) do artº 5º - Avaliação preliminar dos riscos de inundações).
- Considerando os “Procedimentos metodológicos para a delimitação das ZAC”, que fundamentam essa delimitação em estudos hidrológicos, os quais, à falta dados hidrometeorológicos fiáveis, devem assentar em “procedimentos hidrológicos expeditos”; considerando, paralelamente, que os ditos procedimentos expeditos são ajustados a bacias com área entre 10 km² e 600 km² (OEANR 2012), verifica-se que apenas as bacias do Rio Coina e da Vala de Sete Fontes obedecem aos requisitos para o desenvolvimento dos referidos estudos hidrológicos de base para a delimitação das ZAC.

Uma vez que o presente Relatório não integra os estudos hidrológicos que devem fundamentar, obrigatoriamente, a delimitação das ZAC nas propostas de REN que vão ser abrangidas pelas OEANR*, essa tipologia de REN não vai ser considerada no capítulo seguinte.

Conclui-se que o território do Barreiro não é susceptível a cheias, à excepção das áreas identificadas no QRR-AML, fundamentalmente influenciadas pela dinâmica do Estuário do Tejo, mais do que pelas linhas de água que para ele drenam.

A delimitação das ZAC para as bacias do Coina e de Sete Fontes, igualmente identificadas no QRR-AML e no próprio Quadro de Referência Nacional (OEANR 2012) transitará para uma fase posterior ao presente Relatório, a desenvolver no decorrer da necessária reformulação da proposta de REN, elaborada no processo de revisão do PDMB, para ajuste aos novos critérios.

* de acordo com o referido no nº 2 da Resolução do Conselho de Ministros n.º 81/2012 de 3 de Outubro, para que as propostas de REN em elaboração não sejam abrangidas, deverá ser considerado, **cumulativamente**, que a proposta de delimitação vai ser entregue na CCDR-LVT **até 7 de Dezembro de 2012** e reúne condições para ser submetida à CNREN **até 8 de Fevereiro de 2013**.

4. APLICAÇÃO DA ANÁLISE DAS BACIAS NA DEFINIÇÃO DAS LINHAS DE ÁGUA A INTEGRAR NA REN E EEM

4.1. REN: cursos de água, leitos e margens

A delimitação da REN para o concelho do Barreiro desenvolve-se em **duas etapas distintas**:

1. A primeira compreende a aplicação, das directivas de nível nacional (OEANR, 2012) e regional (QRR-AML, 2010), aos estudos preliminares que sustentam a delimitação de cada tipologia, resultando o que genericamente se designa como REN "bruta".
2. A segunda etapa pressupõe identificação de áreas estratégicas, quando se verifique a demasiada abrangência da REN "bruta", que impossibilite a transformação e utilização de grande parte da área dos concelhos, sem descurar a função da REN como estrutura de interligação de áreas nucleares, que foram alvo de protecção especial.

As referidas directivas para a delimitação da REN definem, para a tipologia: **cursos de água e respectivos leitos e margens, relevantes para a sustentabilidade do ciclo hidrológico terrestre**, um limite mínimo de área drenada de 3,5 km².

Para os restantes factores condicionantes do funcionamento dos sistemas hidrográficos analisados não são definidos limites, verificando-se inclusivamente, que a flutuabilidade, directamente associada à alimentação permanente dos cursos de água (Lei da Água, 2005), é mencionada nas OEANR, apenas para definição da largura das margens das linhas de água a considerar.

As bacias hidrográficas que possuem área superior ao valor referido são, conforme já foi referido em **3.2.1 Área da bacia**: Coina, Sete Fontes, Vale Zebro, Vale Grou e Alhos Vedros (fig. 4.1).

O Rio Coina, correspondendo ao único curso de água que possui alimentação permanente, é portanto, o que possui margens com 20 m de largura, contadas a partir da linha que limita o leito das águas (Lei da Água 2005). Todos os restantes possuem margens com 10 m (fig. 4.1) e a Vala de Palhais, apesar de flutuável, está integrada numa bacia com área inferior a 3,5 km², não sendo, como tal, passível de integração em REN.

Constata-se, possivelmente pelo facto de grande parte das linhas de água e margens já estarem consideradas na REN integrada no PDM de 1ª geração, que os leitos e margens definidos na figura 4.1. se encontram relativamente livres de edificações.

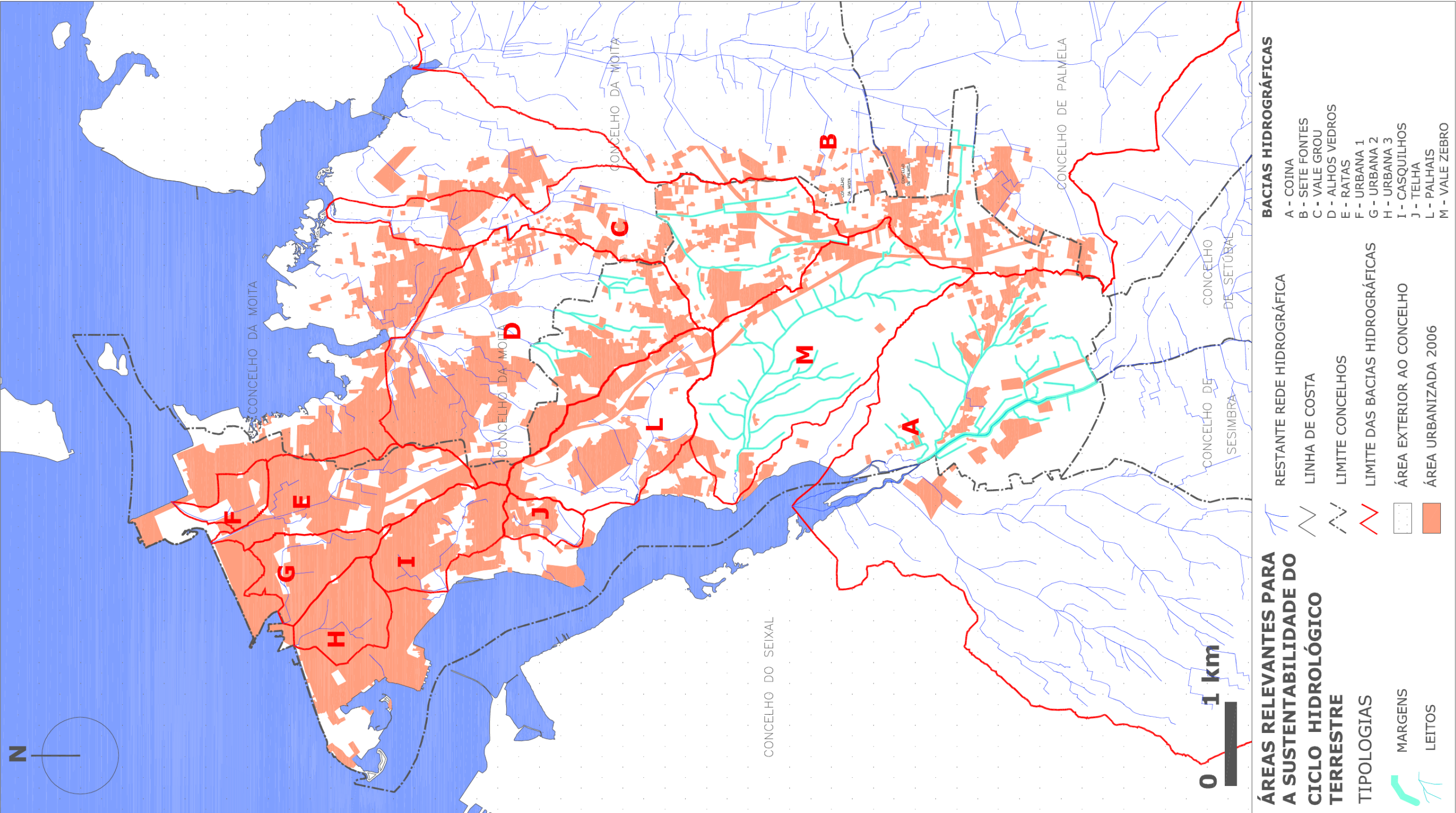


Figura 4.1 – Proposta de delimitação de REN para a tipologia “cursos de água e respetivos leitos e margens”.

Após ponderação dos critérios de delimitação é ainda necessário considerar a função, atribuída na ENCNB, de conectar as áreas nucleares do SNAC.

Na envolvência do concelho do Barreiro (fig. 4.2) existem áreas protegidas, devendo as estruturas ecológicas, REN e a EEM, contribuir para que seja assegurada a conectividade entre o Parque Natural da Arrábida (área terrestre e Parque Marinho Professor Luís Saldanha ou Parque Marinho da Costa Arrábida-Espichel), os sistemas hidrográficos da Ribeira da Apostiça e do Rio Judeu (SIC Fernão Ferro/Lagoa de Albufeira) e o SIC - Estuário do Tejo, o qual integra uma Zona de Protecção Especial (ZPE) da RN 2000.

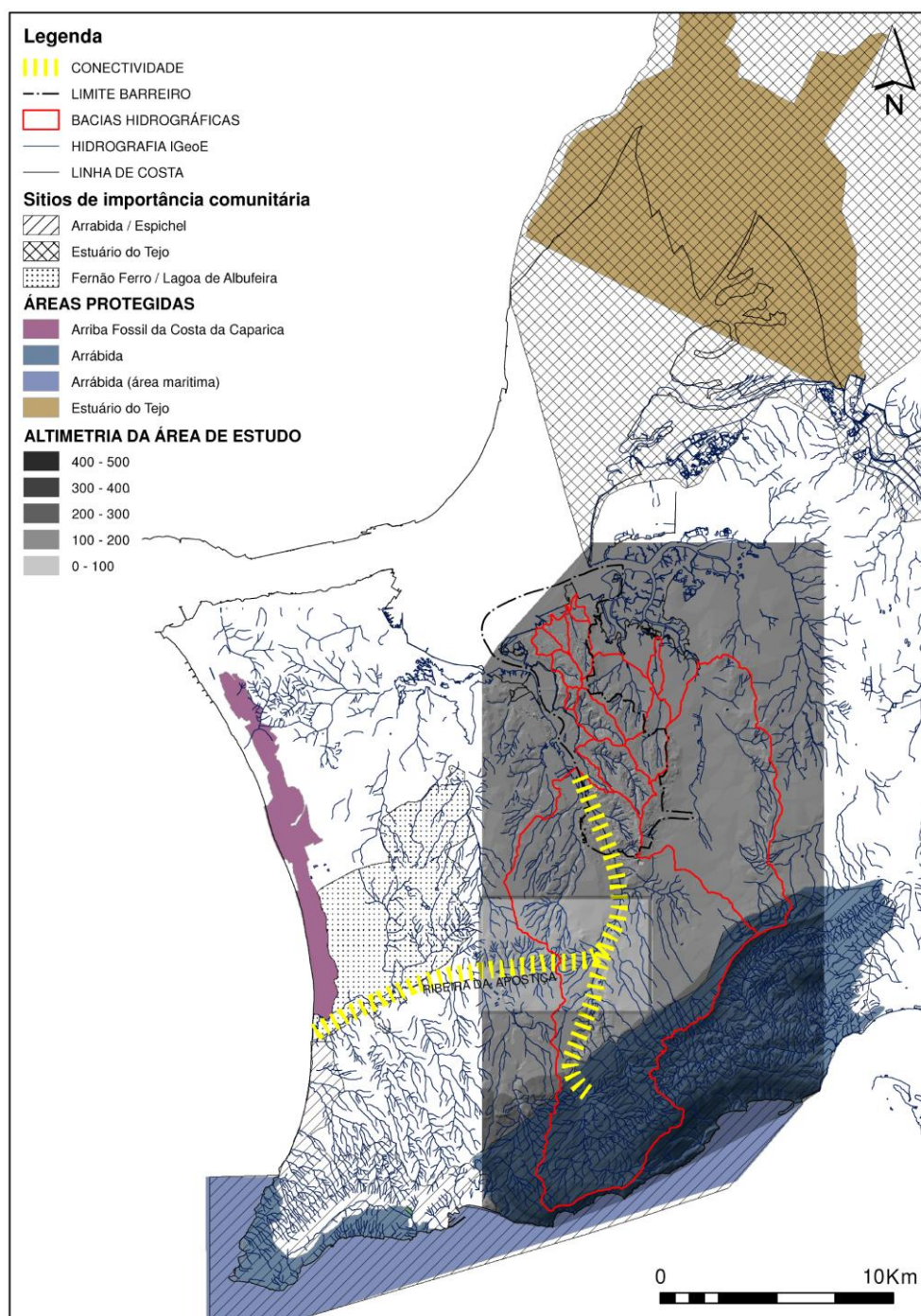


Figura 4.2 – Áreas nucleares do SNAC e conectividade segundo a ERPVA

Essa intenção de interligar as áreas classificadas da Península de Setúbal encontra-se prevista, desde 2002, na Estrutura Regional de Protecção e Valorização Ambiental (ERPVA), definida em sede do PROT-AML, conforme previsto no RJGT (artº 54º) (fig. 4.2).

A ERPVA-AML define um corredor estruturante principal, entre o Estuário do Sado e o Mar da Palha (SIC do Estuário do Tejo), e uma rede complexa de corredores secundários de que se ressalva a conectividade prevista entre a Arrábida e o Estuário do Tejo, ao longo do Rio Coina e o SIC – Lagoa de Albufeira/Fernão Ferro) e o Rio Coina, ao longo da Ribeira da Apostiça (fig. 4.2). A confluência destes dois corredores estruturantes secundários ocorre, no Concelho de Sesimbra, numa área urbanizada na década de 90 e, apesar de ser constituída por edificação dispersa e amplas áreas verdes, representa uma barreira física importante por se tratar de um condomínio privado (Quinta do Peru; fig. 4.3).

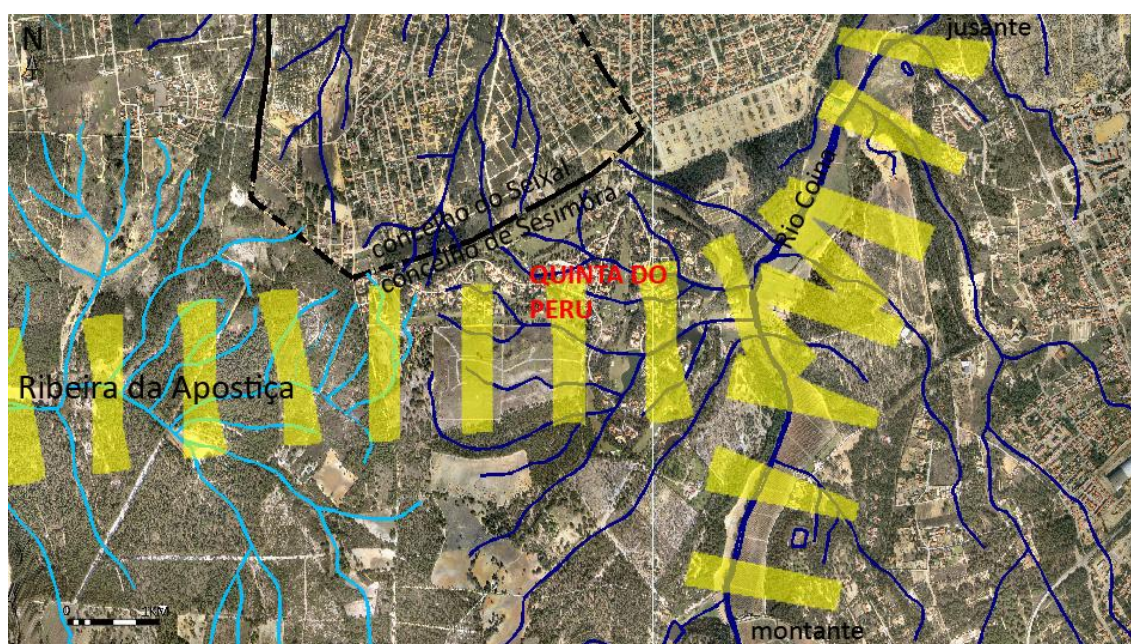


Figura 4.3 – Pormenor - confluência entre corredores estruturantes secundários da ERPVA na Quinta do Perú, Sesimbra

O Rio Coina permanece como a única possibilidade, independentemente de não ter sido imune a processos de degradação derivados da pressão antrópica, de assegurar uma conectividade satisfatória entre a cabeceira, na Arrábida, e a descarga no estuário do Tejo, numa área de sapal cujo processo de degradação ainda se considera ser possível travar e inverter. Essa conclusão deriva, principalmente, da análise do uso do solo ao longo do perfil longitudinal e de observação de campo, constatando-se que as áreas urbanizadas na área de influência do curso de água principal são muito raras e que o uso agrícola, apesar de presente, não é intensivo (fig. 4.4).



Figura 4.4 – Rio Coina e área de influência. Fotografado em Setembro de 2011 em Catraios, Aldeia de Irmãos, Setúbal

4.2. EEM: integração das linhas de água na rede preliminar

Adoptando-se o definido por Saraiva (2007), de que a EE corresponde ao sistema que interliga fisicamente e atribui coerência aos diferentes tipos de espaços, hierarquizados de forma complexa, que constituem a cidade, refere-se que o presente Relatório aborda apenas uma etapa preliminar desse processo, ainda que as linhas de água representem um dos elementos biologicamente representativos da paisagem anteriormente existente com maior capacidade, senão o principal, de estruturar adequadamente as dimensões ecológica, biofísica, social, cultural, económica, perceptiva, estética e emotiva da paisagem.

A delimitação da EEM integra, conforme é indicado no RJGT, logo no primeiro ponto do artigo que desenvolve a EE como recurso territorial (nº 1 do artº 14º), as áreas de REN determinadas no ponto anterior. Quando o processo de revisão do PDM estiver concluído integrará, igualmente, as restantes áreas de restrições de uso público delimitadas no referido IGT.

Considerando o papel da EEM como recurso territorial, ou seja, a sua especificidade como estrutura funcional distinta e a sua definição de qualquer estrutura como agregadora de “partes que, no seu conjunto, determinam algo de relevante” (Cangueiro, 2004), importa determinar, previamente à delimitação, quais as funções ou tipologias de EEM que deverão ser consideradas, em particular, para o concelho do Barreiro.

Partindo das funções básicas indicadas no RJGT de **protecção** e **valorização** e considerando que se referem tanto ao sistema natural como ao sistema urbano obtemos:

(i) Protecção do sistema urbano através:

- da melhoria da qualidade do ar
- do arrefecimento, por promoção da penetração de brisas que partem do estuário do Rio Tejo e pelos processos de evapotranspiração ;
- da constituição de barreiras ou áreas/tampão que promovam o distanciamento adequado entre as edificações e os locais que possam ser afectados por catástrofes naturais;

(ii) Protecção da natureza e da biodiversidade, através da promoção dos 4 princípios fundamentais expostos por Caldeira Cabral (1983), considerados função essencial da REN mas mantendo-se a relevância na definição da EEM:

- a continuidade espacial que permita livre circulação da fauna e o acesso a áreas de maternidade ("nursery habitats", segundo RN 2000);
- a elasticidade que permita a auto-regeneração dos ecossistemas;
- a meandrização incrementando as "superfícies-limite" dos vários elementos da paisagem de modo a promover as trocas e inter-relações necessárias ao funcionamento dos ecossistemas;
- a intensificação que se traduz na necessidade de optimização dos processos que ocorrem na área de EEM, decorrente da inevitável redução da sua dimensão relativamente à situação pré-existente ao processo de urbanização. Segundo Caldeira Cabral (1983) essa optimização pode ser atingida através da própria linearidade dos elementos da paisagem apontando-se o exemplo do bosque, em cujas orlas ocorrem os processos mais importantes e que podem ser optimizados alongando a sua forma até à situação extrema da sebe, considerada um bosque formado de apenas duas orlas.

(iii) Valorização do sistema urbano através da criação de:

- áreas de lazer e recreio que deverão integrar património arquitectónico e arqueológico classificado ou em vias de classificação, promovendo-se a valorização cultural do município e a oferta de paisagens atractivas;
- vias destinadas a modos suaves de locomoção nos fluxos diários e de lazer das populações de modo a reduzir a necessidade de utilização do automóvel;

(iv) Valorização do sistema natural, a qual está relacionada com a função de protecção, ou seja, a partir do momento em que está assegurada a protecção da biodiversidade através dos quatro princípios anteriormente enunciados, considera-se que o sistema está automaticamente valorizado. Em reforço da importância deste princípio, refere-se ainda que, a valorização do sistema natural se atinge quando é anulada a tendência de degradação do meio natural, decorrente da pressão antrópica. Apesar de ser possível planear e executar acções que "ajudem os sistemas a ajudar-se a si próprios" (Brierley & Fryirs, 2005), ou seja, desencadeando uma sequência de eventos que permitam o retorno a uma situação pré-distúrbio mais estável, considera-se que o enquadramento desse tipo de iniciativas de efectiva valorização do sistema natural é completamente distinto da realidade do concelho do Barreiro, onde a falta de disponibilidade de recursos financeiros condicionam o seu desenvolvimento. A definição das tipologias de protecção e valorização permitiu concluir não ser possível, como resultado do estudo efectuado, definir a estrutura na sua globalidade. Uma vez que apenas foi abordada uma tipologia de REN "cursos de água e respectivos leitos e margens" as áreas de restrição de uso público que deverão integrar a EEM, ou seja, as que integram a REN, não estão todas definidas.

Por outro lado, já foi delineada uma Estrutura Ecológica para o concelho do Barreiro que integra um levantamento, bastante aprofundado, dos recursos naturais e culturais presentes no território.

A EE e corredores verdes, definidos em 2005, apresentam-se como um dos 5 vectores estratégicos do Plano Municipal do Ambiente do Barreiro (PMAB), o qual deverá integrar o processo de revisão do PDM mas que se reconhece, pelos próprios autores (Farinha et al, 2005), ser apenas um esboço.

As conclusões do presente relatório pretendem contribuir para o aprofundamento do trabalho desenvolvido em sede do PMAB, seguindo-se a compatibilização da estrutura preliminar com as áreas expansão urbanística, previstas no PDM de 1ª geração, que não chegaram a ser concretizadas até à data, para avaliação da possibilidade de preservar essa classificação de uso do solo no novo IGT.

A figura 4.5 define os espaços vazios com potencialidade de conformarem a EE e quais as linhas de água que estão neles integrados, assim como pontos, ou áreas, em que essa drenagem sem constrangimentos de origem antrópica não é, presentemente, possível.

Verifica, paralelamente, se o património ecológico, cultural e paisagístico (Áreas Fundamentais) identificado no PMAB em 2005, assim como as áreas verdes urbanas, constituem um “continuum naturale”. Se, no que diz respeito aos parques urbanos, a conectividade é inexistente, constatou-se que foi possível assegurar a agregação de 4 das 6 áreas de valor ecológico identificadas.

As áreas contíguas e comunicantes do (1) Sapal e Várzea de Coima, (2) Mata da Machada, (3) Quinta dos Moinhos e Vale Romão e, finalmente, da (4) Quinta da Azinheira correspondem, com pequenos ajustes decorrentes de compromissos urbanísticos entretanto assumidos, à área delimitada como Reserva Ecológica Local (fig. 4.5). A sexta Área Fundamental indicada (Ponta da Passadeira), foi integrada no concelho da Moita, restando, portanto, a área de Alburrica que, presentemente, não tem possibilidade de se interligar fisicamente com as 4 primeiras.

O presente relatório termina com uma síntese de situações críticas, detectadas na análise das bacias hidrográficas, cuja necessidade de resolução fundamenta a integração das linhas de água identificadas numa rede de corredores naturais assim como a própria natureza das acções de reabilitação que essa integração possa implicar (tabela 4.1).

NOME DO CURSO DE ÁGUA PRINCIPAL DA BACIA HIDROGRÁFICA	SITUAÇÕES CRÍTICAS DETECTADAS, QUE FUNDAMENTAM A INTERVENÇÃO NAS LINHAS DE ÁGUA	
		<p>O único potencial ponto crítico relativamente às cheias, integrado no concelho do Barreiro (ver 3.2.5. Classificação numérica dos troços), foi profundamente alterado. Este ponto crítico resultante da confluência do tributário que drena a sub-bacia de Covas de Coima com o Rio Coima, migrou para montante devido à subdivisão, em duas valas, do seu escoamento. Uma dessas valas foi encanada e passa debaixo de uma área recentemente urbanizada. Além disso, está prevista a urbanização de toda a área da sub-bacia, tal como sucedeu na sub-bacia que drena a área da Quinta do Conde. Para evitar a previsível transição da situação de susceptibilidade a cheias, de <u>potencial para real</u>, a Vala de Covas de Coima deverá ser reabilitada, em toda a extensão do seu curso principal, o que pressupõe, para que constitua um corredor verde, a recuperação do traçado original. Complementarmente à necessidade de planear a urbanização da sub-bacia de Covas de Coima em função dos cursos que a drenam, o próprio troço final do Rio Coima deverá ser objecto de um estudo mais aprofundado, considerando as directivas expressas na RCM nº 81/2012 de 3 de Outubro para a determinação de uma ZAC.</p>
A RIO COIMA		<p>O aproveitamento agrícola da área da bacia originou uma reconfiguração do traçado da rede hidrográfica de modo a que as linhas de água contornassem as parcelas, maioritariamente rectangulares e com área próxima da unidade mínima de cultura, fixada para a zona pela Portaria nº 202/70 de 21 de Abril (2000 m²). Essa rectangularização forçada da rede tem vindo a originar acumulação de sedimentos junto às mudanças bruscas de direcção diminuindo, consequentemente, a capacidade de escoamento dos cursos de água. (ver 3.3.3. Caracterização das bacias e linhas de água principais numa escala maior). Apesar da área da bacia, que está integrada dentro dos limites do concelho, corresponder a uma percentagem ínfima da área total, ocorrem as situações de inflexões bruscas descritas, devendo ser considerada, nas áreas de urbanização programada, a recuperação dos atravessamentos das parcelas pelos cursos de água.</p>
B VALA DAS SETE FONTES		<p>A proliferação de loteamentos de génese ilegal nesta bacia hidrográfica (ver 3.3.3. Caracterização das bacias e linhas de água principais à escala do concelho) originou inúmeros troços que foram canalizados, de forma avulsa, pelos proprietários das parcelas resultantes, pelos loteadores e, por vezes, pelas próprias autarquias. É igualmente comum a edificação e pavimentação na proximidade dos cursos dentro da faixa de Domínio Hídrico (DI). Para além de orientar os processos de reconversão dessas Áreas Urbanas de Génese Ilegal (AUGI) em função da necessidade de preservar, como corredores verdes, a faixa de DI nas linhas de água integradas na rede determinada em função da metodologia referida em 2.1. Identificação da rede hidrográfica estruturante, deverá ser desenvolvido um estudo específico para a bacia, ampliado até à escala de cada AUGI (1:2000 ou superior) de modo a averiguar a necessidade de criação de sistemas de controle de água gerada em eventos extremos de precipitação (bacias de retenção).</p>
C VALA DE VALE GROU		<p>Nesta bacia de forma circular, cujo processo de urbanização alterou radicalmente a permeabilidade do substrato na área mais próxima da descarga, a susceptibilidade a cheias tem vindo a ser incrementada em função do aumento da área impermeabilizada (ver 3.2.2. Forma da bacia e 3.2.8.2. Permeabilidade composta). Ainda que esse incremento tenha ocorrido, maioritariamente, em área exterior ao concelho, é essencial assegurar a preservação de corredores verdes, nas cabeceiras e sectores iniciais e, paralelamente, integrar bacias de retenção, ou processos alternativos que minimizem o risco de cheia a jusante (concelho da Moita), nas áreas de urbanização programada.</p>
D VALA DE ALHOS VEDROS		<p>A Vala das Ratas integra inúmeras descargas da rede entubada pluvial, que drena uma área que extravasa largamente a área da bacia delimitada em função da altimetria (ver 3.3.3. Caracterização das bacias e linhas de água principais à escala do concelho). A progressiva impermeabilização do substrato tem vindo a incrementar a incapacidade da vala canalizada (parcialmente entubada) de drenar o caudal que para ela é conduzida, especialmente em situações de preta mar (ver 3.2.8.2. Permeabilidade composta). A previsão de renovação urbana do território da Quimiparque e, complementarmente, a construção de uma Estação de Tratamento de Águas Residuais (ETAR Barreiro/Moita), que elimina as situações de descargas da rede de drenagem de esgoto doméstico na Vala das Ratas, permite considerar a reabilitação desse curso de água, cujo traçado deverá ser estruturante para a definição de corredores verdes na área a renovar.</p>
E VALA DAS RATAS		<p>Apesar da bacia Urbana 2 ainda manter áreas livres de urbanização, coincidentes com áreas deprimidas que canalizam a drenagem dessa bacia, o processo de urbanização eliminou a esmagadora maioria dos canais de escoamento naturais (ver 3.2.9. A influência antrópica). Não se considera, portanto, realista a reabilitação dos cursos de água dos 3 sistemas referidos.</p>
F, G e H VALAS URBANAS 1, 2 e 3		<p>Este sistema hidrográfico tem vindo a ser sujeito a forte pressão antrópica constatando-se, paralelamente, que as opções de transformação urbana, desenvolvidas nos últimos 20 anos, não asseguraram a continuidade, a descoberto, do curso de água principal (ver 3.3.3. Caracterização das bacias e linhas de água principais à escala do concelho). Ainda que não seja possível recuperar o traçado nas áreas já urbanizadas deveria considerar-se, nos loteamentos cuja edificação foi travada pela recente estagnação da procura de bens imobiliários e no parque urbano ribeirão, a reabilitação do curso principal no seu troço final.</p>
I VALA DOS CASQUILHOS		<p>Este sistema hidrográfico corresponde ao que, dentro da área estudada, apresenta maior susceptibilidade a cheias rápidas (ver 3.3.1. Tempo de concentração das bacias). Foram registadas situações de derrocada das margens no troço final do curso de água principal o que foi diagnosticado (concordando-se com essa perspetiva) a origem do fenómeno na conjugação de incremento da área impermeabilizada na área a montante com os declives consideráveis que a bacia apresenta (ver 3.3.3. Caracterização das bacias e linhas de água principais à escala do concelho). A derrocada das margens tem vindo a ocorrer num troço onde não está prevista a urbanização, ou seja, apenas prejudica a exploração agrícola incipiente da área adjacente a essas margens. Admite-se, no entanto, que em situações de eventos extremos de precipitação, as situações de derrocada de margens possam avançar para montante, podendo levar à derrocada dos edifícios construídos sobre a linha de água, que se encontra encanada neste troço, localizado na área industrial de génese ilegal (Sete Portais).</p>
J VALA DA TELHA		<p>Este sistema hidrográfico foi sujeito a pressões antrópicas verificando-se, no entanto, que a área de expansão, prevista no PDM em vigor, não foi totalmente ocupada. Urge, portanto, assegurar que não sofra um processo, similar ao ocorrido na bacia dos Casquilhos, de redução do valor ecológico (ver 3.3.3. Caracterização das bacias e linhas de água principais à escala do concelho). A integração da área livre na Reserva Ecológica Municipal permite considerar a reabilitação da Vala de Palhais, que possui alimentação permanente.</p>
L VALA DE PALHAIS		<p>Esta bacia possui características físicas que favorecem a susceptibilidade a cheias verificando-se, no entanto, que por não ter sido sujeita a pressões antrópicas que alterassem as boas condições de infiltração da água no terreno, não tem quaisquer registos de cheias que tenham colocado em risco pessoas ou bens (ver 3.3.4. Síntese da interação das características permanentes e variáveis das bacias hidrográficas). A integração de toda a área da bacia na Reserva Ecológica Municipal permite considerar a reabilitação dos cursos de água que a drenam.</p>
M RIBEIRA DE VALE ZEBRO		

Tabela 4.1.– Identificação de situações críticas detetadas na análise das bacias hidrográficas

Alcoforado, M. J., Andrade, E., Neves M., Vieira, G.; 1993 – Climas Locais na Arrábida no Inverno, Finisterra – Revista Portuguesa de Geografia, 28 (55-56), Lisboa. Pág. 215-228.

Almeida, C., Mendonça, J.J.L., Jesus, M.R. & Gomes, A.J.; 2000 - Sistemas aquíferos de Portugal Continental. Centro de Geologia da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Instituto da Água, vol. II e III; Lisboa.

Brierley, G. J. & Fryirs, K. A.; 2005 - Geomorphology and River Management: Applications of the River Styles Framework. Blackwell Publishing, Oxford, UK, 398pp.

Caetano, M., Araújo, A., Nunes, A. Nunes, V., Pereira, M.; 2009 - Accuracy assessment of the CORINE Land Cover 2006 map of Continental Portugal, Technical Report, Instituto Geográfico Português, Lisboa, 31pp.

Caldeira Cabral, F.; 1982 - O Continuum Naturale e a Conservação da Natureza. Em "Conservação da Natureza", Serviço de Estudos do Ambiente, Lisboa, pág. 35-54

Cangueiro, J.; 2004 - A Estrutura Ecológica e os Instrumentos de Gestão do Território, Conceito, Ferramenta, Operacionalidade. CCDR Norte, 104pp.

Carmona, R.; 2009 – Barreiro o lugar e a história; Séculos XVI a XVIII. Junta de Freguesia do Barreiro, 158pp.

Farinha, J., Ferreira, J.C., Rocha, J., Quaresma, C., Ferreira, C., Silva, G., Henriques, C., Guerreiro, S. (FCT/UNL) e Cerqueira, L. P., Banza, N. M., Marques, R. M. (CMB); 2005 - Programa de Acção do Plano Municipal do Ambiente do Barreiro, 2005 - Corredores Verdes e Estrutura Ecológica: Bases Territoriais para um Futuro Sustentável. Câmara Municipal do Barreiro e Centro de Estudos sobre Cidades e Vilas Sustentáveis, Departamento de Ciências e Engenharia do Ambiente, Faculdade de Ciências e Tecnologia / Universidade Nova de Lisboa, 111pp.

Gomes, I. ; 2006 – Fundamentos da Estrutura Ecológica. A Estrutura Ecológica Municipal de Santo Tirso. Tese de Mestrado. FEUP/FAUP. Porto, 148pp.

Leal, M; 2011 – Crescimento das áreas edificadas em bacias hidrográficas da AML norte: Impactes nos caudais de ponta de cheia, in VIII Congresso da Geografia Portuguesa, Lisboa, versão digital.

Little, C. E.; 1990 – Greenways for America. The Jonh Hopkins University Press, Baltimore, 288pp.

Machado, J.R., Ahern, J., Saraiva, M. G. Silva, E., Roquette, R., Ferreira, J. C., Rocha J., Sousa P. M., CNIG; 1997 - Greenways Network for the Metropolitan Area of Lisbon, in Machado, J. R & Ahern, J. (editores). Environmental Challenges in an Expanding Urban World and the Role of Emerging Information Technologies. National Centre for Geographical Information (CNIG), Lisboa, 538pp.

Manuppella, G., Antunes, M. T., Ramalho, M. M., Rey, J.; 1999 – Notícia explicativa da folha 38-B (Setúbal), Instituto Geológico e Mineiro. Lisboa, 143pp.

Mora, C.; 2001- Aspectos do clima local da Arrábida, Finisterra- Revista Portuguesa de Geografia, 71 (36), Lisboa, Pág. 135-139.

Moreira, C.; 2007 - Evolução sócio demográfica do Barreiro nos últimos trinta anos do século XX - Dissertação de Mestrado em Estatística e Gestão de Informação, Instituto Superior de Estatística e Gestão de Informação, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.

Pais J., Moniz C., Cabral J., Cardoso J. L., Legoinha P., Machado S., Morais M. A., Lourenço C., Ribeiro M. L., Henriques P. e Falé P.; 2006 - Notícia explicativa da folha 38-A (Lisboa), Instituto Geológico e Mineiro, Departamento de Geologia do Instituto Nacional de Engenharia e Inovação, 74pp.

Porto, M.; 2008 - Guia da Flora da Mata da Machada, Sociedade Portuguesa de Botânica e Câmara Municipal do Barreiro, 165pp.

Ramos, C.; 1994 - Condições Geomorfológicas e Climáticas das Cheias da Ribeira de Tera e do Rio Maior (Bacia Hidrográfica do Tejo), Dissertação de Doutoramento, Departamento de Geografia, F.L.U.L., Lisboa, 520pp.

Ramos, C.; 2009 - Dinâmica Fluvial e Ordenamento do Território. Programa de unidade curricular de 2º ciclo, Centro de Estudos Geográficos. Universidade de Lisboa, 96pp.

Ramos, C., Zêzere, J.L., Reis, E., Lopo de Mendonça, J.; 2010 - Rede Ecológica Nacional da AML, Quadro de referência regional da Área Metropolitana de Lisboa. Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional de Lisboa e Vale do Tejo; Lisboa, 83pp.

Reis, E.; 2011 – Análise de bacias hidrográficas, susceptibilidade à ocorrência de cheias e sistemas de informação geográfica: da definição do quadro conceptual até à proposta de um modelo de avaliação, actas do 8º Congresso da Geografia Portuguesa, Lisboa, versão digital.

Rocha R. (coordenadora); 2010 – fase 1, versão preliminar do Plano de ordenamento do Estuário do Tejo, ARH Tejo.

Roque, C., Bica, V., Soares Machado, V; 2005 – Informatização do Cadastro Geométrico da Propriedade Rústica, Instituto Geográfico Português; Lisboa, 53pp.

Rocha, J.F., Sousa, P. M., Ferreira, J. C., Tenedório, J. A.; , 1999 – Teledetecção e ambiente: Integração de informação geográfica proveniente de sensores remotos orbitais no estudo da rede de corredores verdes na Área Metropolitana de Lisboa, in III Congresso da Geografia Portuguesa, Porto. Edições Colibri e APG, Lisboa, pág. 551-558.

Saraiva, G.; 2007 – Textos de apoio às Aulas abertas nº1 e nº2 - 7º Curso de Mestrado em Reabilitação da Arquitectura e Núcleos Urbanos – FAUTL; Lisboa.

Por ordem de referência no estudo:

Lei Bases do Ambiente publicada na Lei nº 11/1987 de 7 de Abril.

Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional publicado no Decreto-Lei n.º 93/90, de 19 de Março; Regime Jurídico da Reserva Ecológica Nacional publicado no Decreto-Lei nº 239/2012 de 2 de Novembro.

Regime Jurídico da Conservação da Natureza e da Biodiversidade publicado no Decreto-Lei nº 142/2008 de 24 de Julho.

Estratégia Nacional de Conservação da Natureza e da Biodiversidade publicada na Resolução do Conselho de Ministros nº 152/2001 de 11 de Outubro.

Rede Natura 2000 expressa nas Diretivas nº 79/409/CEE (Diretiva Aves) e nº 92/43/CEE (Diretiva Habitats) e publicada no Decreto-Lei nº 140/99 de 24 de Abril.

Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial publicado no Decreto-Lei nº 380/99, de 22 de Setembro alterado pelo Decreto-Lei nº 310/2003 de 10 de Dezembro, pelo Decreto-Lei nº 316/2007 de 19 de Setembro e pelo Decreto-Lei n.º 46/2009 de 20 de Fevereiro.

Plano Regional de Ordenamento do Território da Área Metropolitana de Lisboa publicado na Resolução do Conselho de Ministros nº 68/2002 de 8 de Abril.

Lei bases de Ordenamento do território e do Urbanismo publicada na Lei nº 48/98 de 11 de Agosto alterada pela Lei nº 54/2007 de 31 de Agosto.

Lei da Água publicada na Lei n.º 58/2005 de 29 de Dezembro.

Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tejo publicado Decreto Regulamentar nº 18/2001 de 7 de Dezembro.

REN - Orientações estratégicas de âmbito nacional e regional – Resolução de Conselho de Ministros nº 81/2012 de 3 de Outubro

Regulamento n.º 427/2012, de 16 de Outubro que publica, no Diário da República da 2ªa Série nº 200, o regulamento da Reserva Natural Local do Sapal do Rio Coia e Mata Nacional da Machada.

Plano regional de ordenamento florestal da Área Metropolitana de Lisboa publicado no Decreto Regulamentar nº 15/2006 de 19 de Outubro.

Quadro para a avaliação e gestão dos riscos de inundações" publicado no Decreto-Lei n.º 115/2010 de 22 de Outubro.

Portaria nº 202/70 de 21 de Abril que fixa a dimensão mínima das unidades de cultura para cada área do país.

PÁGINAS INTERNET

Por ordem de referência no estudo:

http://www.igeo.pt/MuseuVirtual/Cart_50K_rslt.asp?folha=34D acedido em Setembro, 2012

<http://industriacuf.blogspot.pt/> acedido em Maio, 2012

<http://www.cinematca.pt/Cinematca-Digital/Ficha.aspx?obraid=7779&type=Video> acedido em Fevereiro, 2012

Reservas Museológicas CMB, 2008. Página Web,

<http://reservasmuseologicascmb.wordpress.com/02/val-de-zebro-complexo-real-sec-xv-e-xvi/>

acedido em Maio, 2012

DOCUMENTOS

Por ordem de referência no estudo:

Candidatura ao programa POLIS, Divisão de Planeamento do Departamento de Planeamento e Gestão Urbanística da CMB, 2002.

Plano Geral de Águas e Saneamento do Concelho do Barreiro aprovado, por unanimidade, na Reunião da Assembleia Municipal de 11 e 14 de Fevereiro de 2011.

Secretariado Técnico da Comissão Nacional da Reserva Ecológica Nacional, 2010 - Harmonização de definições e critérios de delimitação para as várias tipologias de área integradas em REN. Documento enquadrado pelo Decreto-Lei n.º 166/2008, de 22 de Agosto. Comissão Nacional da REN, 83pp.